

11. Sidorenko D.A., Kachaev A.E. BIM technologies in construction: what will happen next? // New technologies in the educational process and production: Proceedings of the XXI International scientific and technical conference dedicated to the 35th anniversary of the flight of the orbital rocket plane of the reusable transport space system «Buran», Ryazan, April 12–14, 2023 / Edited by A.N. Parshin. Ryazan: Ryazan Institute (branch) of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Moscow Polytechnic University», 2023. Pp. 490–492.

Хитров Яков Ильич, студент 4-го курса Коломенского института (филиала) Московского политехнического университета по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство»; **Качаев Александр Евгеньевич**, науч. сотрудник отдела сельхозводоснабжения, doctor_cement@mail.ru; **Турапин Сергей Сергеевич**, канд. техн. наук, врио директора, вед. науч. сотрудник, rgraduga@yandex.ru (ВНИИ систем орошения и сельхозводоснабжения «Радуга», г. Коломна, Россия).

УДК 631.67 (476)

DOI: 10.32962/0235-2524-2025-4-13-19

ОПЫТ ОРОШЕНИЯ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

В.И. ЖЕЛЯЗКО, С.В. НАБЗДОРОВ

Ключевые слова: сахарная свекла, водный режим, дождевание, режим орошения, поливная норма, оросительная норма, суммарное водопотребление, урожайность.

Keywords: sugar beet, water regime, sprinkling, irrigation regime, irrigation norm, irrigation norm, total water consumption, yield.

Аннотация. В статье представлены результаты трехлетних полевых исследований по изучению влияния орошения на урожайность и качество сахарной свеклы. 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.

Исследованиями установлено, что орошение повышает водопотребление сахарной свеклы. На фоне естественного увлажнения из слоя почвы 0...40 см водопотребление за период вегетации в среднем за 3 года составило 3379 м³/га, при предполивной влажности 60% НВ – 3521 м³/га, при предполивной влажности 70% НВ – 3535 м³/га и при предполивной влажности 80% НВ – 3594 м³/га.

Сахаристость корнеплодов по вариантам опыта практически не различалась, разница составила менее 1%. Наибольший сбор очищенного сахара получен в варианте орошения с нижней границей регулирования влажности почвы 70% НВ и при дозах удобрений в пределах $N_{90-120}P_{70-100}K_{150-260}$. При увеличении дозы удобрений до $N_{150}P_{110}K_{300}$ не наблюдалось роста сбора очищенного сахара. В целом можно сделать вывод, что орошение дает существенную прибавку урожая, не снижая содержания сахара в корнеплодах.

Abstract. The article presents the results of three-year field studies on the effect of irrigation on the yield and quality of sugar beet. When irrigating sugar beet on sod-podzolic light loamy soils, the maximum yield was observed in the variant with the lower limit of moisture regulation of 70% НВ in the 0–40 cm layer.

The studies have found that irrigation increases the water consumption of sugar beet. Against the background of natural moisture from the 0–40 cm soil layer, water consumption during the growing season on average for 3 years amounted to 3379 m³/ha, with a pre-irrigation moisture of 60% НВ – 3521 m³/ha, with

a pre-irrigation moisture of 70% НВ – 3535 m³/ha and with a pre-irrigation moisture of 80% НВ – 3594 m³/ha.

The sugar content of root crops in the experimental variants was practically the same, the difference was less than 1%. The highest yield of refined sugar was obtained in the irrigation variant with the lower limit of soil moisture regulation of 70% НВ and with fertilizer doses within the range of $N_{90-120}P_{70-100}K_{150-260}$. With an increase in the fertilizer dose to $N_{150}P_{110}K_{300}$ no increase in the yield of refined sugar was observed. In general, it can be concluded that irrigation provides a significant increase in yield without reducing the sugar content in root crops.

Введение. Сахарная свекла является одной из государственно значимых продовольственных культур, используемых для производства сахара, что в настоящее время является одним из приоритетных направлений социально-экономического развития Республики Беларусь. Территория Республики Беларусь отличается неравномерным распределением атмосферных осадков в весенне-летне-осенние месяцы, а в последние годы возросло количество засух и увеличилась их продолжительность. В то же время анализ научно-исследовательских материалов и практического опыта возделывания сахарной свеклы указывает на недостаточную изученность влияния влагообеспеченности культуры на ее урожайность в условиях Беларуси.

Анализ результатов исследований, выполненных в Беларуси и в других странах, который показывают, что недостаток влаги в период появления всходов и интенсивного роста культуры вызывает снижение водопотребления и урожайности сахарной свеклы. Рассмотрены научные публикации, освещающие вопросы повышения эффективности возделывания сахарной свеклы в разных условиях, в том числе схожих по почвенно-климатическим условиям с Беларусью.

В работах российских ученых М.П. Багрова [1], А.О. Лымарь [2], И.П. Кружилина [3], Н.Н. Дубенка [4], Ю.А. Мажайского, А.С. Мушинского,

Т.Е. Ивановой, Е.А. Яковенко, И.М. Никульникова, А.А. Федоровского, И.И. Ененко, И.А. Мокальчук и других отмечена высокая эффективность орошения многих культур, включая сахарную свеклу. Однако единого мнения о величине предполивного порога влажности почвы нет, это же относится и к дозам внесения минеральных удобрений при орошении.

Результаты исследований разных авторов также показали, что недостаточная влагообеспеченность отрицательно сказывается на экономической эффективности возделывания сахарной свеклы и в условиях Беларуси, снижая водопотребление и сокращая усвоение и окупаемость удобрений (Н.П. Вострухин [4–6], Г.В. Пироговская [7], М.С. Брилев, В.И. Желязко, М.Г. Голченко, Н.Н. Лепетило и др.).

По результатам выполненного анализа литературных источников установлено, что эффективность совместного влияния уровня питания и влагообеспеченности на получение высоких и устойчивых урожаев и максимальной прибыли при возделывании сахарной свеклы в Беларуси до настоящего времени недостаточно изучена.

Материалы и методы исследований. Целью исследований являлась оценка естественной (природной) влагообеспеченности территории, где целесообразно выращивание сахарной свеклы и обоснование оптимальных режимов орошения этой культуры в сочетании с внесением различных доз удобрений.

Полевые исследования проведены в 2017–2019 гг. на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах опытно-производственного комплекса «Тушково-1» Белорусской государственной сельскохозяйственной академии, расположенном в Горецком районе Могилевской области.

Влияние режимов орошения и удобрений на урожайность сахарной свеклы изучались с использованием общепринятой методики расчета водного баланса в слое почвы 0...40 см при воздействии двух задаваемых и контролируемых факторов А и В.

Фактор А – орошение. Цель – изучить влияние режимов орошения на влагообеспеченность, водопотребление и урожайность сахарной свеклы.

Варианты:

- А₁ – без орошения (контроль);
- А₂ – поддержание влажности почвы в слое 0...40 см при нижней границе регулирования 60 % НВ;
- А₃ – поддержание влажности почвы в слое 0...40 см при нижней границе регулирования 70 % НВ;

- А₄ – поддержание влажности почвы в слое 0...40 см при нижней границе регулирования 80 % НВ.

В указанных вариантах опыта в соответствии с рекомендациями ученых РУП «Опытная станция по сахарной свекле» для обеспечения сравнимости данных во все годы исследований азотные удобрения вносили в дозах, дополняющих содержание азота в почве до одного уровня – N₉₀.

Фактор В – удобрения. Цель – изучить влияние доз внесения минеральных удобрений на урожайность сахарной свеклы на фоне разных режимов орошения.

Доза удобрений N₁₂₀P₉₀K₁₈₀:

- В₁ – внесение удобрений без орошения (контроль);

- В₂ – орошение с поддержанием влажности почвы в расчетном слое 0...40 см при нижней границе регулирования 60 % НВ;

- В₃ – орошение с поддержанием влажности почвы в расчетном слое 0...40 см при нижней границе регулирования 70 % НВ;

- В₄ – орошение с поддержанием влажности почвы в расчетном слое 0...40 см при нижней границе регулирования 80 % НВ.

Доза удобрения N₁₅₀P₁₁₀K₃₀₀:

- В₅ – внесение удобрений без орошения (контроль);

- В₆ – орошение с поддержанием влажности почвы в расчетном слое 0...40 см при нижней границе регулирования 60 % НВ;

- В₇ – орошение с поддержанием влажности почвы в расчетном слое 0...40 см при нижней границе регулирования 70 % НВ;

- В₈ – орошение с поддержанием влажности почвы в расчетном слое 0...40 см при нижней границе регулирования 80 % НВ.

Агротехника в опыте была общепринятой для условий региона. Полив вариантов производился широкозахватной дождевальной машиной Lindsay-Europe Omega «Zimmatik» [8].

Результаты и обсуждение. Анализ погодных условий в вегетационные периоды 2017, 2018 и 2019 г., показал, что хотя по средневегетационным гидротермическим коэффициентам (ГТК) влагообеспеченность периода исследований характеризуется как благоприятная. Однако из-за неравномерности в каждом из них наблюдались засушливые периоды, требующие дополнительного увлажнения сахарной свеклы.

Водный режим почвы в годы исследований складывался под влиянием погодных условий (выпадавших атмосферных осадков и температур воздуха) и водопотребления сахарной свеклы.

Таблица 1

Режимы орошения сахарной свеклы

Вариант опыта	Даты полива	Кол-во поливов	Поливная норма, м ³ /га	Оросительная норма, м ³ /га
2017 г.				
Без орошения	—	—	—	—
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.				
Без орошения	—	—	—	—
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.				
Без орошения	—	—	—	—
80 % НВ	02.06	2	250	500
	11.06		250	
60 % НВ	06.06	1	300	300
80 % НВ	11.06	1	300	300

Таблица 2

Декадное водопотребление сахарной свеклы, мм

Варианты опыта	Декады										
	Май		Июнь			Июль			Август		
	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
2017 г.											
Без орошения	5	16	14	20	24	24	26	32	30	30	18
60 % НВ	5	18	16	22	24	24	28	46	40	34	20
70 % НВ	5	16	14	22	26	28	30	48	40	40	22
80 % НВ	5	16	16	22	26	32	36	52	44	42	22
2018 г.											
Без орошения	5	22	26	28	30	28	38	50	38	24	22
60 % НВ	5	23	27	30	34	36	42	40	38	28	26
70 % НВ	5	24	28	32	34	40	48	46	34	26	26
80 % НВ	5	25	30	33	33	38	52	40	36	27	27
2019 г.											
Без орошения	6	20	26	30	30	30	32	44	32	30	30
60 % НВ	6	22	28	32	36	36	38	44	36	30	30
70 % НВ	8	24	30	34	36	36	40	50	36	30	28
80 % НВ	8	26	30	38	40	40	40	50	34	32	26
Среднее по годам											
Без орошения	5	19	22	26	28	27	32	42	33	28	23
60 % НВ	5	21	24	28	31	32	36	43	38	31	25
70 % НВ	6	21	24	29	32	35	39	48	37	32	25
80 % НВ	6	22	25	31	33	37	43	47	38	34	25

В целом почвенно-климатические условия Горецкого района являются типичными для северо-восточной части Республики Беларусь.

Сроки поливов назначались при снижении влажности почвы в слое 0...40 см до принятых в вариантах опыта нижних предполивных уровней. Величина поливной нормы, соответствующая водоудерживающей способности почвы при нижней границе регулирования влажности 80 % НВ, составила 250 м³/га, а в вариантах с 70 и 60 % НВ – 300 м³/га (табл. 1) [8–10].

За три года исследований количество поливов по вариантам опыта было различным: в варианте с нижним пределом регулирования 80 % НВ требовалось 2...3 полива, в варианте с нижним пределом регулирования 70 % НВ – 1...2 полива и в варианте с нижним пределом регулирования 60 % НВ – 1 полив. Средняя за три года оросительная норма по вариантам 80, 70 и 60 % НВ равнялась 667, 500 и 300 м³/га соответственно.

Для определения фактического водопотребления сахарной свеклы использовали материалы наблюдений за элементами водного баланса в 2017–2019 гг. Водопотребление определяли из водобалансового уравнения при глубоком расположении уровня грунтовых вод.

Результаты расчетов декадных величин водопотребления сахарной свеклы из слоя почвы 0...40 см в годы наблюдений за оросительный период (май–август) представлены в табл. 2.

Установлено, что по годам исследований водопотребление из слоя почвы 0...40 см изменялось в варианте без поливов от 239 до 311 мм и от 277 до 364 мм при орошении. Расчеты показали, что увеличения расчетного слоя почвы от 40 до 50 см существенно не влияло на величину водопотребления сахарной свеклы, которое независимо от мощности расчетного слоя возрастает только с повышением влагообеспеченности. При отсутствии орошения за вегетационный период водопотребление составило 3379 м³/га, в варианте 60 % НВ – 3521 м³/га, в варианте 70 % НВ – 3535 м³/га, в варианте 80 % НВ – 3594 м³/га [11, 12].

Наблюдения за приростом корнеплодов, согласно общепринятой методике, проводились в годы исследований, начиная с 1 июля через каждые 10 дней. Результаты взвешиваний показали существенное различие

в формировании урожайности по вариантам увлажнения. Наибольшие различия в динамике уве-

личения веса корнеплодов наблюдались в периоды максимальных дефицитов почвенной влаги.

Урожайность сахарной свеклы зависит как от доз минеральных удобрений, так и от режимов увлажнения. Например, даже в самом влагообеспеченном 2017 г. различия в приросте веса корнеплодов по вариантам опыта стали проявляться с начала вегетации. Эти различия были максимальными в периоды наибольших дефицитов почвенной влаги.

Следует также отметить отрицательную реакцию растений на переувлажнение почвы. При этом снижение прироста массы корнеплода при переувлажнении наблюдалось на всех вариантах опыта. Например, в 2017 г. в варианте без орошения прирост массы корнеплодов резко снизился после выпадения 29 июля (на 85-е сутки вегетации) ливневого дождя (68,2 мм), когда содержание влаги в расчетном слое почвы в течение одних суток выросло от 74 до 140 мм. В отдельные сутки 2017 г. выпадало от 45 до 72 мм осадков, т. е. год в целом отличался ливневым характером дождей [13].

Аналогичное изменение темпов прироста массы корнеплодов имело место и в 2018 г. В вариантах с дозой удобрения $N_{90}P_{70}K_{150}$ максимальный рост корнеплода наблюдался во вторую декаду августа и составил в варианте 70 % НВ – 13,4 г в сутки (или прибавка к урожайности составила 1,61 т/га). В варианте без орошения максимальный прирост зафиксирован в первую декаду августа – 9,5 г в сутки (1,14 т/га).

Максимальный прирост массы корнеплода сахарной свеклы в 2019 г. в вариантах с дозами удобрений $N_{90}P_{100}K_{260}$ был в контроле (без орошения)

Таблица 3

Урожайность сахарной свеклы, т/га

Год	Варианты опыта			
	Без орошения	Нижняя граница регулирования		
		60 % НВ	70 % НВ	80 % НВ
Фактор А				
2017	54,7	72,1	105,2	98,7
2018	58,0	73,8	92,7	87,4
2019	71,8	72,3	109,8	96,1
Средняя	61,5	72,7	102,6	94,1
Фактор В (доза $N_{120}P_{90}K_{180}$)				
2017	61,2	87,1	117,7	107,1
2018	67,4	80,4	102,5	91,1
2019	77,3	84,4	112,4	108,5
Средняя	68,6	84,0	110,9	102,2
Фактор В (доза $N_{150}P_{110}K_{300}$)				
2017	74,3	91,9	121,2	111,9
2018	72,7	83,1	111,7	102,5
2019	85,6	90,0	118,3	111,3
Средняя	77,5	88,3	117,1	108,6

в третью декаду июля и составил 9,9 г в сутки (или прирост урожайности составил 1,19 т/га). В варианте 70 % НВ максимальный прирост зафиксирован во вторую декаду августа, он достигал 13,2 г в сутки (что соответствует приросту урожайности 1,58 т/га).

Результаты исследований по приросту корнеплодов показали, что наибольшее нарастание массы корнеплодов отмечалось в июле и августе. Максимальная масса корнеплода в среднем за три года наблюдалась в варианте 70 % НВ. Так, при дозе минеральных удобрений $N_{120}P_{90}K_{180}$ масса корнеплода на 1 июля 2017 г. составила 81 г, в 2018 г. – 109 г, а в 2019 г. – 114 г. При дозе минеральных удобрений $N_{150}P_{110}K_{300}$ на эту дату средняя масса корнеплода по годам исследований была соответственно 90, 104 и 100 г. Наименьшая масса корнеплода наблюдалась в варианте без орошения при всех дозах удобрений.

В среднем за три года при дозе удобрений $N_{120}P_{90-100}K_{260}$ прирост массы корнеплодов составил: за июль в варианте 1 – 7,9 г в сутки (или прибавка к урожайности составила 0,95 т/га), в варианте 2 – 8,9 г в сутки (1,07 т/га), в варианте 3 – 11,3 г в сутки (1,36 т/га), в варианте 4 – 10,3 г в сутки (1,24 т/га); за август в варианте 1 – 7,8 г в сутки (0,94 т/га), в варианте 2 – 9,9 г в сутки (1,19 т/га), в варианте 3 – 12,2 г в сутки (1,46 т/га), в варианте 4 – 11,5 г в сутки (1,38 т/га); в сентябре в варианте 1 – 2,4 г в сутки (0,29 т/га), в варианте 2 – 4,5 г в сутки (0,54 т/га), в варианте 3 – 7,7 г в сутки (0,92 т/га), в варианте 4 – 6,3 г в сутки (0,76 т/га).

На фоне удобрений $N_{150}P_{110}K_{300}$ средний прирост массы корнеплодов: за июль в варианте 5 – 8,3 г в сутки (или прибавка к урожайности составила 1 т/га), в варианте 6 – 9,4 г в сутки (1,13 т/га), в варианте 7 – 11,5 г в сутки (1,38 т/га), в варианте 8 – 10,8 г в сутки (1,3 т/га); за август в варианте 5 – 8,8 г в сутки (1,06 т/га), в варианте 6 – 9,3 г в сутки (1,12 т/га), в варианте 7 – 13 г в сутки (1,56 т/га), в варианте 8 – 12 г в сутки (1,44 т/га); в сентябре в варианте 5 – 3,8 г в сутки (0,46 т/га), в варианте 6 – 5,2 г в сутки (0,62 т/га), в варианте 7 – 8,3 г в сутки (1 т/га), в варианте 8 – 7,5 г в сутки (0,9 т/га) [8–10, 13].

Полученные в опытах результаты подтвердили необходимость дополнительного к атмосферным осадкам увлажнения почвы для получения высокой урожайности корнеплодов. При орошении урожайность сахарной свеклы была существенно выше, чем на контроле (табл. 3).

В среднем за три года при нижней границе регулирования влажности почвы 70 % НВ в слое 0...40 см прибавка урожайности на фоне минеральных удобрений $N_{120}P_{90}K_{180}$ составила 61 %, а на фоне удобрений $N_{150}P_{110}K_{300}$ – 51 % по отношению к варианту без орошения.

Таблица 4

Эффективность использования поливной воды при формировании урожайности сахарной свеклы

Показатели	Варианты опыта		
	Нижняя граница регулирования		
	60 % НВ	70 % НВ	80 % НВ
Фактор А			
Прибавка урожайности, т/га	11,2	41,1	32,6
Оросительная норма, м ³ /га	300	500	667
Расход поливной воды на прибавку урожайности, м ³ /т	26,8	12,2	20,5
Прирост прибавки урожайности на 1 м ³ поливной воды, кг/м ³	37,3	82,2	48,9
Фактор В (доза N₁₂₀P₉₀K₁₈₀)			
Прибавка урожайности, т/га	15,4	42,3	33,6
Оросительная норма, м ³ /га	300	500	667
Расход поливной воды на прибавку урожайности, м ³ /т	19,5	11,8	19,9
Прирост прибавки урожайности на 1 м ³ поливной воды, кг/м ³	51,3	84,6	50,4
Фактор В (доза N₁₅₀P₁₁₀K₃₀₀)			
Прибавка урожайности, т/га	10,8	39,6	31,1
Оросительная норма, м ³ /га	300	500	667
Расход поливной воды на прибавку урожайности, м ³ /т	27,8	12,6	21,4
Прирост прибавки урожайности на 1 м ³ поливной воды, кг/м ³	36,0	79,2	46,6

Таблица 5

Сахаристость сахарной свеклы, %

Год	Варианты опыта			
	Без орошения	Нижняя граница регулирования		
		60 % НВ	70 % НВ	80 % НВ
Фактор А				
2017	16,75	16,80	17,45	16,55
2018	17,45	18,20	17,45	17,95
2019	16,6	17,05	17,35	17,05
Средняя	16,93	17,35	17,42	17,18
Фактор В (доза N₁₂₀P₉₀K₁₈₀)				
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
Средняя	16,8	17,7	17,6	17,8
Фактор В (доза N₁₅₀P₁₁₀K₃₀₀)				
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
Средняя	17,4	16,7	17,4	17,0

Заключение

1. Естественная тепло- и влагообеспеченность вегетационного периода на территории северо-восточной части Беларуси не обеспечивает на дерново-подзолистых суглинистых почвах оптимальный для возделывания сахарной свеклы водный

Остальные варианты также дали прибавку, которая в варианте с поддержанием влажности почвы в слое 0...40 см выше 60 % НВ при дозе минеральных удобрений N₁₂₀P₉₀K₁₈₀ составила 22 % и при дозе минеральных удобрений N₁₅₀P₁₁₀K₃₀₀ – 14 %.

В варианте с поддержанием влажности почвы в слое 0...40 см от 80 % НВ прибавка на фоне минеральных удобрений N₁₂₀P₉₀K₁₈₀ составила 49 % и на фоне удобрений N₁₅₀P₁₁₀K₃₀₀ – 40 % [8].

В табл. 4 приведены данные по эффективности использования поливной воды при формировании урожайности сахарной свеклы. Прирост урожая на 1 м³ поливной воды в среднем за три года исследований был выше при нижней границе регулирования 70 % НВ и колебался от 79,2 до 84,6 кг/м³ в зависимости от фона минеральных удобрений [8].

Полученные результаты по сахаристости корнеплодов за три года исследований представлены в табл. 5.

Как видно, сахаристость корнеплодов по вариантам опыта различается несущественно. В среднем за три года исследований сахаристость изменялась в вариантах фактора А от 16,93 до 17,42 %, а при дозе удобрений N₁₂₀P₉₀K₁₈₀ – от 16,8 до 17,8 % и при дозе удобрений N₁₅₀P₁₁₀K₃₀₀ – от 16,7 до 17,4 %. Разница не превышает 1 % [8, 13, 14].

Таким образом, можно сделать вывод, что орошение дает существенную прибавку урожайности, не снижая при этом содержания сахара в корнеплодах сахарной свеклы. Кроме урожайности и сахаристости сахарной свеклы качество корнеплода также определяется сбором очищенного сахара. Показатели по сбору очищенного сахара, полученные за три года исследований, приведены в табл. 6.

Анализ таблицы показал, что в среднем за три года, наибольший сбор очищенного сахара получен в варианте с нижней границей регулирования влажности почвы 70 % НВ. В зависимости от фона удобрений в этом варианте сбор очищенного сахара колебался от 15,7 т/га до 17 т/га. При увеличении дозы удобрений до N₁₅₀P₁₁₀K₃₀₀ увеличения сбора очищенного сахара не наблюдалось.

Данный результат подтверждает выводы ученых РУП «Опытная станция по сахарной свекле», установивших что возделывать сахарную свеклу на хорошо окультуренной дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, подстилаемой моренным суглинком, целесообразно на фоне удобрений N₉₀₋₁₂₀P₉₀₋₁₀₀K₁₅₀₋₁₈₀.

Таблица 6

Сбор очищенного сахара с корнеплодов сахарной свеклы за 2017–2019 гг., т/га

Год	Варианты опыта			
	Без орошения	Нижняя граница регулирования		
		60 % НВ	70 % НВ	80 % НВ
Фактор А				
2017	8,0	10,6	16,0	14,1
2018	9,1	12,0	14,3	14,0
2019	10,6	10,9	16,9	14,2
Средний	9,2	11,1	15,7	14,1
Фактор В (доза N₁₂₀P₉₀K₁₈₀)				
2017	8,3	12,8	17,2	15,6
2018	10,5	13,1	16,3	14,8
2019	11,9	13,6	17,7	17,6
Средний	10,2	13,1	17,0	16,0
Фактор В (доза N₁₅₀P₁₁₀K₃₀₀)				
2017	10,2	12,8	17,3	15,2
2018	11,5	12,7	17,6	16,3
2019	14,0	13,1	18,6	16,6
Средний	11,9	12,9	17,8	16,0

режим. Дефицит водного баланса составляет в среднем около 600 м³/га, что не способствует получению высокой и устойчивой урожайности.

2. Орошение повышает водопотребление сахарной свеклы. На фоне естественного увлажнения из слоя почвы 0...40 см водопотребление за период вегетации в среднем за 3 года составило 3379 м³/га, при предполивной влажности 60 % НВ – 3521 м³/га, при предполивной влажности 70 % НВ – 3535 м³/га и при предполивной влажности 80 % НВ – 3594 м³/га

3. При нижней границе регулирования влажности почвы 70 % НВ создаются более благоприятные условия для выращивания сахарной свеклы с внесением минеральных удобрений дозой N₁₂₀P₉₀K₁₈₀ кг/га д.в., что позволяет получить урожайность 110 т/га. Сахаристость сахарной свеклы в вариантах опыта изменялась в пределах 16,7...17,8 %, а выход сахара – от 15,7 до 17 т/га. Установлено, что повышение дозы удобрений до N₁₅₀P₁₁₀K₃₀₀ не привело к увеличению сбора очищенного сахара.

ЛИТЕРАТУРА

1. Багров М.Н. Орошение сахарной свеклы в полупустынных районах Юго-Востока // Сахарная свекла. 1961. № 11. С. 13–16.
2. Лымарь А.О., Федоровский А.А. Эффективность удобрений, орошения, предшественников // Сахарная свекла. 1987. № 2. С. 26–28.
3. Кружилин И.П., Мушинский А.С. Урожайность свеклы в зависимости от режимов орошения и доз удобрения // Мелиорация и водное хозяйство. 2002. № 6. С. 34–36.
4. Дубенок Н.Н., Третьяков Н.Н. Интенсивные технологии при возделывании с.-х. культур. М.: ТСХА, 1988. 54 с.

5. Вострухин Н.П., Гуляка М.И. Мониторинг динамики формирования урожайности и качества сахарной свеклы в Беларуси за 1966–2011 годы. Несвиж: Тип. им. С. Будного, 2013. 68 с.

6. Вострухин Н.П. Сахарная свекла. Мн.: МФЦП, 2011. С. 56–58.

7. Разработка, производство и применение комплексных удобрений в сельском хозяйстве Республики Беларусь / Г.В. Пироговская [и др.] // Почвоведение и агрохимия. 2018. № 1(60). С. 87–107.

8. Набздоров С.В. Влияние орошения на рост, развитие и урожайность сахарной свеклы // Мелиорация. 2019. № 4 (90). С. 66–73.

9. Набздоров С.В. Динамика роста и урожай сахарной свеклы, возделываемой при разных режимах влагообеспеченности на суглинистых почвах в условиях востока Беларуси // Вест. БГСХА. 2020. № 1. С. 140–144.

10. Набздоров С.В. Влияние удобрений и орошения на динамику роста и урожайность сахарной свеклы // Мелиорация. 2020. № 2(92). С. 48–57.

11. Набздоров С.В. Влияние пищевого режима, влаги и теплообеспеченности вегетационных периодов на водопотребление сахарной свеклы // Вест. БГСХА. 2020. № 4. С. 135–142.

12. Набздоров С.В., Лихацевич А.П., Латушкина Г.В. Оценка точности расчета водопотребления сахарной свеклы с использованием биоклиматического метода // Мелиорация. 2022. № 1(99). С. 22–28.

13. Набздоров С.В. Зависимость динамики роста корнеплодов сахарной свеклы от удобрительного фона и орошения // Земледелие и растениеводство. 2020. № 6(133). С. 28–32.

14. Набздоров С.В. Влияние режимов орошения и удобрений на урожай и содержание сахара в корнеплодах сахарной свеклы // Земледелие и растениеводство. 2021. № 3(136). С. 14–17.

REFERENCES

1. Bagrov M.N. Irrigation of sugar beet in semi-desert regions of the South-East // Sugar beet. 1981. No. 11. P. 9.
2. Lyman A.O., Fedorovsky A.A. Efficiency of fertilizers, irrigation, predecessors // Sugar beet. 1987. No. 2. P. 26–28.
3. Kruzhillin I.P., Mushinsky A.S. Beet yield depending on irrigation regimes and fertilizer doses // Land reclamation and water management. 2002. No. 6. P. 34–36.
4. Dubenok N.N., Tretyakov N.N. Intensive technologies in the cultivation of agricultural crops. M.: TSKhA, 1988. 54 p.
5. Vostrukhin N.P., Gulyaka M.I. Monitoring the dynamics of the formation of yield and quality of sugar beet in Belarus for 1966–2011. Nesvizh: Type. im. S. Budny, 2013. 68 p.
6. Vostrukhin N.P. Sugar beet. Mn.: MFCP. 2011. P. 56–58.
7. Development, production and application of complex fertilizers in agriculture of the Republic of Belarus / G.V. Pirogovskaya [et al.] // Soil Science and Agrochemistry. 2018. No. 1(60). P. 87–107.
8. Nabzdorov S.V. Effect of irrigation on the growth, development and yield of sugar beet // Melioration. 2019. No. 4(90). P. 66–73.
9. Nabzdorov S.V. Growth dynamics and yield of sugar beet cultivated under different moisture supply regimes on loamy soils in the conditions of the east of Belarus // Vest. BSAA. 2020. No. 1. P. 140–144.
10. Nabzdorov S.V. The influence of fertilizers and irrigation on the growth dynamics and yield of sugar beet // Melioration. 2020. No. 2(92). P. 48–57.
11. Nabzdorov S.V. The influence of food regime, moisture and heat supply during vegetation periods on water consumption of sugar beet // Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy. 2020. No. 4. P. 135–142.

12. Nabzdorov S.V., Likhatchevich A.P., Latushkina G.V. Assessment of the accuracy of calculating water consumption of sugar beet using the bioclimatic method // *Melioration*. 2022. No. (99). P. 22–28.

13. Nabzdorov S.V. Dependence of the growth dynamics of sugar beet roots on the fertilization background and irrigation // *Agriculture and plant growing*. 2020. No. 6(133). P. 28–32.

14. Nabzdorov S.V. The influence of irrigation and fertilizer regimes on the yield and sugar content in sugar beet roots // *Agriculture and plant growing*. 2021. No. 3(136). P. 14–17.

Желязко Владимир Иосифович, доктор с.-х. наук, профессор, зав. кафедрой мелиорации и водного хозяйства, msfdekan@mail.ru; **Набздоров Сергей Васильевич**, канд. с.-х. наук, доцент кафедры мелиорации и водного хозяйства, Nabzdorov@mail.ru (Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия, г. Горки, Респ. Беларусь).

УДК 631.61

DOI: 10.32962/0235-2524-2025-4-19-22

АНАЛИЗ РЕКУЛЬТИВИРУЕМЫХ И НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ ПРИ РАЗРАБОТКЕ КАРЬЕРОВ

А.Д. ВОЛКОВ, П.Ю. НЕСМАЧНЫЙ, Д.А. КИТАЕВ

Ключевые слова: рекультивация, земля, нарушенные земли, Московская область, Калининградская область, карьер, разрушение.

Keywords: reclamation, land, Moscow region, Kaliningrad region, quarry, destruction.

Аннотация. В статье освещаются особенности анализа рекультивируемых и нарушенных земель при разработке карьеров на территории Московской и Калининградской областей. В результате проведенного анализа изучены территории с измененным ландшафтом в двух регионах России – Подмоскowie и Калининградской области. Исследование выявило, что добыча полезных ископаемых открытым способом приводит к существенной трансформации грунтов, меняя их химический состав и физические характеристики. Строительство на подобных участках становится крайне затруднительным из-за образования техногенных отложений и отвалов. Спутниковые снимки наглядно демонстрируют масштаб проблемы деградации земель в результате карьерной разработки месторождений. Произведен анализ научно-практических положений, даны авторские выводы.

Abstract. The article highlights the features of the analysis of reclaimed and disturbed lands in the development of quarries in the Moscow and Kaliningrad regions. As a result of the analysis, territories with a modified landscape were studied in two regions of Russia – the Moscow region and the Kaliningrad region. The study revealed that open-pit mining leads to a significant transformation of soils, changing their chemical composition and physical characteristics. Construction on such sites becomes extremely difficult due to the formation of man-made deposits and dumps. Satellite images clearly demonstrate the scale of the problem of land degradation as a result of quarrying. The analysis of scientific and practical provisions is made, the author's conclusions are given.

Восстановление земель после промышленного использования требует комплексного подхода, включающего биологический и горнотехнический этапы. Эта деятельность, называемая рекультивацией, охватывает широкий спектр мероприятий – от инженерных работ до сельскохозяйственных манипуляций. При этом важно учитывать, что воздействие открытых разработок распространяется

далеко за пределы самого месторождения, затрагивая сопоставимую по размерам окружающую территорию. Именно поэтому современные проекты по восстановлению должны охватывать не только непосредственно карьер, но и прилегающие зоны. Как показывает международная и российская практика, такой всесторонний подход позволяет эффективно возвращать деградированную местность к различным видам хозяйственного использования, восстанавливая их продуктивность.

Обновление деградированной территории требует многогранного подхода, учитывающего различные аспекты: экономическую деятельность человека, экологическое состояние природы, социальные потребности населения, а также вопросы охраны и сохранения значимых архитектурных объектов и мест. Существует несколько ключевых направлений по восстановлению нарушенных земель: создание сельскохозяйственных угодий, развитие лесных массивов, обустройство водоемов для рыбного хозяйства, организация зон отдыха, улучшение санитарных условий, защита природных комплексов и строительное освоение. Успешность восстановительных мероприятий напрямую зависит от правильного определения будущего назначения территории и способов ее дальнейшего использования [4].

В наши дни комплексное возрождение нарушенных почв стало одним из приоритетных направлений государственной политики. Этот процесс охватывает множество специализированных мероприятий – от лесоводства до агротехнических работ. Конечная цель – вернуть ДМ их первоначальные характеристики, максимально приближенные к природным показателям неповрежденных земель. Успешная реализация этих мер не только способствует оздоровлению окружающей среды, но и открывает новые возможности для разнообразной экономической активно-