

УДК 633.416:631.811.98

**УРОЖАЙНОСТЬ КОРМОВОЙ СВЕКЛЫ И СБОР БЕЛКА
В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЯ
ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ СОЕДИНЕНИЙ**

**Н. С. АРХАНГЕЛЬСКИЙ, Л. В. ЛУЗИК, В. М. КОСТРИКИН,
В. Н. АРХАНГЕЛЬСКИЙ, Ф. П. ДУРНЕВ, С. А. АЛАДИН**

(Кафедра растениеводства)

Обработка кормовой свеклы сортотипа Эккендорфская желтая физиологически активными соединениями в критические фазы (7-го листа и начало третьей декады августа) приводит к задержке старения листьев, увеличению их площади, повышению чистой продуктивности фотосинтеза, увеличению урожайности корнеплодов и сбора сухого вещества и белка с единицы площади.

Кормовая свекла среди растений полевой культуры, по Д. Н. Прянишникову, стоит на первом месте по сбору сухого вещества с единицы площади и играет особо важную роль в питании молочного скота. Однако огромные потенциальные возможности этой культуры пока еще реализуются недостаточно полно.

При возделывании корнеплодов, и в частности кормовой свеклы, эффективно применение регуляторов роста растений. По данным многолетних исследований [1—4], решающее значение при их использовании имеют концентрация действующего начала, возрастное и физиологическое состояние растений.

Вместе с тем остаются слабо исследованными урожайность кормовой свеклы и сбор белка при обработке физиологически активными соединениями в условиях орошения в годы, контрастные по метеорологическим условиям. Не установлена сравнительная эффективность действия бутилового эфира 2,4-Д и комплекса регуляторов биогенного происхождения при их использовании в критические фазы вегетации. Изучению этих вопросов и была посвящена настоящая работа.

Методика

Полевые опыты со свеклой 1-го года вегетации и лабораторные исследования проводились на кафедре растениеводства и экспериментальной базе «Михайловское» Московской сельскохозяйственной академии им. К. А. Тимирязева в 1979—1981 гг. Объектом исследований служила кормовая свекла наиболее распространенного в СССР сорта Эккендорфская желтая.

Почва опытного поля дерново-среднеподзолистая, по механическому составу средний суглинок, глубина пахотного горизонта 22—24 см, уровень естественного плодородия средний. По содержанию органических веществ (2,4—2,6 % по Тюрину) почва относится к среднегумусовой. Содержание общего азота (по Кудяеву) составляет 8—10 мг, фосфора (по Чирикову) — свыше 20 мг, калия (по Масловой и Чернышевой) — 15—17 мг на 100 г сухой почвы. Реакция почвенного раствора слабокислая, $pH_{\text{сол}}$ 5,6—6,3.

Севооборот девятипольный. Предшественником служила озимая пшеница по занятому пару. Агротехника возделывания общепринятая для Нечерноземной зоны. Нормированная густота стояния составляла 75—78 тыс. растений на 1 га. Уборку проводили поделочно в начале октября.

Схема опыта следующая.

Фактор А — орошение. Вариант 1 — орошение; 2 — без орошения.

Фактор В — обработка физиологически активными соединениями. Активирующие обработки в фазу появления 7-го листа: вариант 1 — без обработки (контроль); 2 — бутиловый эфир 2,4-Д (0,0002 % д.н.); 3 — то же+мочевина (0,23%); 4 — хвойный экстракт (1,5 л/га). Ингибирующая обработка в начале третьей декады августа; 5 — 2,4-Д (0,004 %); 6 — то же+мочевина (0,23 %); 7 — хвойный экстракт (5 л/га).

Концентрации растворов физиологически активных соединений (ФАС) и сроки обработки растений были выбраны в соответствии с результатами исследований, ранее выполненных кафедрой растениеводства ТСХА [1—4]. Ростактивирующие концентрации физиологически активных соединений применяли в первую критическую фазу (появление 7-го листа). Ингибирование роста молодых листьев с целью ограничения затрат питательных веществ на их формирование осуществлялось во вторую критическую фазу, которая выявлялась при помощи рефрактометра по повышению концентрации клеточного сока, при переходе растений кормовой свеклы к периоду усиленного накопления углеводов (для сорта-типа Эккендорфская в условиях Нечерноземной зоны — начало третьей декады августа).

Обработку проводили в вечерние часы

ранцевым опрыскивателем. В производственных условиях обработка листьев осуществлялась аппаратом ОВТ-1А, который был переоборудован и использовался как штанговый опрыскиватель. Расход жидкости 400 л/га. Повторность опыта 4-кратная, учетная площадь делянки 35—50 м², размещение делянок рендомизированное.

Влажность почвы определяли весовым методом. Поливные нормы рассчитывали по формуле А. Н. Костякова. Фенологические наблюдения включали определение начала и массового прохождения главных фаз. Продолжительность жизнедеятельности листьев определяли, отмечая по вариантам опытов появление и отмирание листа у 10 учетных растений, площадь листьев — гравитационным методом (методом «высечек»), чистую продуктивность фотосинтеза — по формуле Веста, Бриггса и Кидда, фотосинтетический потенциал — графически путем суммирования площади листьев на 1 га посева за каждый день периода вегетации. Содержание водорастворимых сухих веществ в корнеплодах, листьях и черешках определяли с помощью рефрактометра РПП-2, общее содержание сухого вещества — путем высушивания навески до постоянной массы при температуре 105 °С, урожайность корнеплодов — сплошным методом, содержание аскорбиновой кислоты — по И. Мурри. Осажденные белков проводили по Бернштейну. Содержание белка рассчитывали путем умножения количества белкового азота на коэффициент 6,25. Статистическая обработка экспериментальных данных произведена методом дисперсионного анализа [5].

1979 год отличался повышенными температурами и резким дефицитом влаги в начале вегетации (май — июнь): за 6 декад выпало только 59 мм осадков. Однако сумма осадков за сезон была выше среднемноголетней.

В 1980 г. май оказался холодным. В следующие месяцы вегетации температура воздуха примерно соответствовала среднемноголетней. Сезон характеризовался обильным осадков (около 500 мм с мая по август), но выпадали они весьма неравномерно. Недостаток влаги в сентябре отрицательно повлиял на урожайность корнеплодов, формировавшихся до того в условиях высокой водообеспеченности.

В вегетационный период 1981 г. наблюдалась засуха в мае — начале июня (за 3 декады выпало только 7,8 мм осадков), высокая среднесуточная температура в июне — июле, в дальнейшем — обильное (446 мм за сезон) и очень неравномерное выпадение осадков (табл. 1).

Для поддержания оптимальной влажности почвы применялись поливы дождева-

Метеорологические условия периодов вегетации за годы проведения экспериментов

Месяц	Осадки, мм			Среднесуточная температура, °С		
	1979	1980	1981	1979	1980	1981
Май	19,1	90,4	18,1	17,2	8,2	14,0
Июнь	39,9	116,2	67,2	17,5	18,0	19,9
Июль	161,0	103,2	130,6	16,8	17,2	21,7
Август	53,9	134,1	103,5	17,0	14,8	17,5
Сентябрь	108,3	49,4	126,7	11,7	10,7	10,8
Сумма	382,2	493,3	446,1			
Среднегодовое количество осадков	345					

нием. Число, сроки поливов и поливные нормы различались по годам в зависимости от метеорологических условий. Поливы прекращались за 1,5 месяца до уборки.

В 1979 г. было проведено 3 полива, оросительная норма составила 1800 м³/га, в 1980 г. — 2 полива, 600 м³/га, в 1981 г. — 4 полива, 2800 м³/га.

Результаты

Обработка свеклы физиологически активными соединениями в критические фазы онтогенеза положительно влияла на урожайность корнеплодов во все годы исследований (табл. 2). Особенно сильным это влияние было при опрыскивании растений 2,4-Д (0,004 %) в третьей декаде августа — в начале периода усиленного накопления углеводов. Регуляторы роста способствовали уменьшению числа отмерших листьев на 24 % в вариантах без орошения и на 16 % — при ороше-

Т а б л и ц а 2

Урожайность корнеплодов кормовой свеклы Эккендорфская желтая (ц/га) при использовании физиологически активных соединений

Вариант	Без орошения			При орошении		
	1979 г. (з)	1980 г. (д)	1981 г. (з)	1979 г. (з)	1980 г. (Д)	1981 г. (з)
1 — контроль	675	524	666	868	595	847
Активирующая обработка						
2 — 2,4-Д (0,0002 %) —	751*	597*	627	1069*	764*	832
3 — то же + мочевины (0,23 %)	801*	629*	641	1004*	774*	826
4 — хвойный экстракт (1,5 л/га)	751*	627*	653	952*	678*	1002*
Ингибирующая обработка						
5 — 2,4-Д (0,004 %)	854*	587*	768*	1052*	754*	1024*
6 — то же + мочевины (0,23 %)	852*	621*	777*	1101*	705*	1006*
7 — хвойный экстракт (5 л/га)	781*	624*	696	985*	686*	988*
1979 г.			1980 г.			1981 г.
НСР ₀₆ по АВ	54,5			14,1		62,4
по А	20,6			5,3		23,6
по В	38,6			10,0		44,2

П р и м е ч а н и я . 1. Здесь и в табл. 3 и 4 звездочкой отмечено наличие достоверной разности при 5 % уровне значимости.

2. з — засушливый год; д — дождливый.

нии в засушливом 1979 г. и соответственно на 15 и 11 % — в дождливом 1980 г. Средняя продолжительность жизни крупных периферических листьев увеличилась на 8—11 %. Особенно эффективным было использование 2,4-Д (0,0002 %) в начале периода интенсивного роста и хвойного экстракта в обе переломные фазы. Задержка старения крупных периферических листьев наблюдалась и при орошении.

Применение физиологически активных соединений способствовало увеличению площади листьев. В условиях засушливого 1979 г. у растений, обработанных в фазу 7-го листа, она была больше, чем в контроле, на протяжении всей вегетации. Эти различия достигали 51 % на фоне без орошения и 66 % при орошении. При недостатке влаги наибольший эффект был при использовании 2,4-Д (0,0002 %) в смеси с

Т а б л и ц а 3

Общий сбор сухого вещества (ц/га) при возделывании кормовой свеклы сорта Эккендорфская желтая и использовании физиологически активных соединений

Вариант	Без орошения			При орошении		
	1979 г. (з)	1980 г. (д)	1981 г. (з)	1979 г. (з)	1980 г. (Д)	1981 г. (з)
1	80,2	63,4	82,6	94,6	75,0	102,5
	Активирующая обработка					
2	92,0*	86,6*	82,1	101,9*	98,6*	97,3
3	114,5*	82,4*	87,2	122,9*	114,6*	105,7*
4	101,3*	81,5*	92,5	99,9	99,0*	132,3*
	Игибирующая обработка					
5	97,9*	76,9*	91,4*	116,1*	80,7	123,9*
6	78,8	76,4*	92,5*	131,7*	95,2*	115,7*
7	107,2	92,3	89,8*	111,5*	93,3*	124,5*
НСР ₀₆ :		1979 г.		1980 г.		1981 г.
по АВ		9,3		1,9		8,0
по А		3,5		0,7		2,2
по В		6,7		1,3		5,3

мочевинной (фаза 7-го листа). При орошении и в дождливый сезон более результативным было применение 2,4-Д в чистом виде. Сходная картина наблюдалась и при использовании регуляторов роста в середине августа. Благодаря задержке старения листьев обработанных растений площадь их фотосинтезирующей поверхности в засушливых условиях была в среднем на одну треть больше, чем в контроле. При обилии осадков разница по этому показателю была менее выраженной. Повышение по отношению к контролю фотосинтетического потенциала после применения регуляторов роста оставалось значительным на протяжении всей вегетации (50—60 %). Чистая продуктивность фотосинтеза увеличивалась на 32 % при использовании хвойного экстракта и на 63 % при обработке 2,4-Д в августе. Эффект был наибольшим при орошении.

Сбор сухого вещества в вариантах с обработками существенно повышался даже в крайне неблагоприятные годы (табл. 3). Согласно результатам проведенных ранее исследований [1—4, 8, 9], этот интегральный показатель при обработке посевов после линьки корня в большей мере определяется концентрацией клеточного сока и содержанием сухого вещества, а при обработке в августе (заметное удлинение периода вегетации) — значительным увеличением урожайности корнеплодов (табл. 2). В обоих случаях прибавки сбора сухого вещества более выравнены по годам, чем прибавки урожайности, особенно при обработке в начале периода усиленного накопления углеводов (табл. 2, 3). Содержание белков в корнеплодах после обработки свеклы регуляторами роста повышается в обе критические фазы, особен-

Сбор белка (ц/га) при возделывании кормовой свеклы сорта Эккендорфская желтая с использованием физиологически активных соединений

Вариант	Без орошения			При орошении		
	1979 г. (з)	1980 г. (Д)	1981 г. (з)	1979 г. (з)	1980 г. (Д)	1981 г. (з)
	7,1	3,1	7,8	9,9	3,2	10,0
	Активирующая обработка					
2	9,7*	4,0	8,5*	10,5	3,1	7,9
3	12,5*	4,6*	9,3*	14,3*	6,1*	9,9
4	12,5*	4,0*	10,2*	8,8	5,5*	10,7
	Ингибирующая обработка					
5	8,2*	3,2	6,9	15,8*	3,4*	12,9*
6	10,7*	3,7*	9,8*	16,6*	3,7*	11,2*
7	10,1*	3,2	6,8	11,7*	3,6*	13,2*
	1979 г.			1980 г.		1981 г.
НСР ₀₅ :						
по АВ	1,03			0,11		0,79
по А	0,38			0,04		0,30
по В	0,73			0,08		0,57

но в засушливых условиях (табл. 4). На фоне без орошения при использовании ростактивирующих концентраций в фазу 7-го листа общий сбор белков с единицы площади существенно возрастает во всех вариантах, а на фоне с поливом — при обработке 2,4-Д в сочетании с мочевиной. Без орошения высокий эффект обеспечивает также применение хвойного экстракта в первую критическую фазу. Значительное увеличение сбора белков на фоне орошения обеспечивалось при обработках в августе, особенно в варианте с применением 2,4-Д с мочевиной.

Выводы

1. При возделывании кормовой свеклы в условиях Нечерноземной зоны использование синтетических и биогенных регуляторов роста растений в начале периодов интенсивного роста и усиленного накопления углеводов обеспечивает статистически доказуемое и устойчивое повышение урожайности корнеплодов и сбора сухого вещества. Важную роль при этом играет также водный режим.

2. Применение физиологически активных соединений (ФАС) в критические фазы онтогенеза кормовой свеклы способствует задержке старения ассимиляционного аппарата, увеличению площади листьев, чистой продуктивности фотосинтеза и содержания сухого вещества.

3. Обработка листьев ингибирующей концентрацией 2,4-Д в начале периода усиленного накопления сухого вещества сопровождается значительным повышением содержания и сбора белков, особенно при благоприятном водном режиме.

4. При орошении лучшие результаты обеспечивает использование бутилового эфира 2,4-Д в чистом виде, без орошения — сочетание 2,4-Д с азотсодержащим компонентом. Смешанные растворы 2,4-Д и мочевины особенно целесообразно применять в засушливых условиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Архангельский Н. С. Приемы управления ростом кормовой и сахарной свеклы первого года жизни. — Докл. ТСХА, 1967, вып. 131, с. 57—60. — 2. Архангельский Н. С., Рами Кафф Аль Г а з а л ь. Семенная продуктивность био-

типов односемянной сахарной свеклы. — Изв. ТСХА, 1971, вып. 5, с. 31—41. —

3. Архангельский Н. С. Сахарная свекла на Опытной станции полеводства. — Докл. ТСХА, 1972, вып. 180, с. 131—147. —

4. Архангельский Н. С., К о с т р и -

кин В. М., Зайдель К. Л. Влияние обработок физиологически активными соединениями на урожайность и качество корнеплодов кормовой свеклы. — Изв. ТСХА, 1978, вып. 5, с. 49—58. —
5. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. — М.: Колос, 1968. — 6. Зайдель К. Л. Применение физиологически активных соединений в агротехнике свеклы разных сортов. — Автореф. канд. дис. М., 1975. — 7. Киселев В. Е. О поглощении, передвижении и выделении 2,4-Д (C^{14}) у растений. — Физиол. механизмы адаптации и устойчивости растений, 1972, ч. 1, с. 228—243. — 8. Конарев В. Г., Елсакова Т. Н. Влияние некоторых физиологически активных веществ на нуклеиновые кислоты и клеточные структуры растений. — В кн.: Регуляторы роста и нуклеиновый обмен. — М.: Наука, 1965, с. 5—26. — 9. Костри-

кин В. М. Урожайность и качество корнеплодов кормовой свеклы при использовании физиологически активных соединений в условиях Нечерноземной зоны. — Автореф. канд. дис. М., 1979. — 10. Ладони и В. Ф. О влиянии эфирных 2,4-Д на азотный обмен растений. — В сб.: Применение гербицидов и стимуляторов роста растений. М.: Изд-во АН СССР, 1961, с. 42—48. — 11. Павлова Н. Н. Оценка методов анализа галоидфеноксикислот в связи с изучением поведения этих веществ в растениях. — Автореф. канд. дис. М., 1968. — 12. Чкаников Д. И., Соколов М. С. Гербицидное действие 2,4-Д и других галоидфеноксикислот. — М.: Наука, 1973. — 13. C lor M. A., Crafts A. S., Jamacuchi E. — Plant Physiol., 1963, vol. 38, p. 501—507.

Статья поступила 14 ноября 1986 г.

SUMMARY

Experiments with Ekkendorf fodder beet conducted at the Timiryazev Academy in 1979—1984 have show'n that treatment with physiologically active compounds during critical phases of vegetation results in slower leaf ageing, increasing of their area, higher net productivity of photosynthesis, increased yield of root crops, and higher amount of dry matter, including ashy elements and protein, from area unit. It is found that the content of nitrogenous compounds can be essentially changed under the effect of 2,4-D concentrations which can stimulate and inhibit growth and that the effect of growth regulators depends on water conditions.