

УДК 633.416:631.811.98:581.132.2

БАЛАНС ФИТОГОРМОНОВ, ФОТОСИНТЕТИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ОДНОСЕЯННОЙ КОРМОВОЙ СВЕКЛЫ ПРИ РЕГУЛЯЦИИ ОНТОГЕНЕЗА В КРИТИЧЕСКИЕ ФАЗЫ

Н.С. АРХАНГЕЛЬСКИЙ, В.И. БОНДАРЬ, Л.В. ЛУЗИК

(Кафедра растениеводства)

Изучена динамика изменения уровня эндогенных ауксинов и абсцизинов в кормовой свекле в течение двух возрастных периодов онтогенеза: завершение начального формирования — начало интенсивного роста (1-я критическая фаза) и завершение интенсивного роста — начало интенсивного накопления сухого вещества (2-я критическая фаза). Показано, что под воздействием активаторов роста в 1-ю критическую фазу баланс эндогенных фитогормонов смещается в сторону ауксина, а при торможении роста во 2-ю фазу — в сторону абсцизовой кислоты.

Кормовая свекла считается диетическим кормом для животных. В оценке по сбору сухого вещества с единицы площади она является одной из самых продуктивных полевых культур [7]. Дальнейшее повышение урожайности кормовой свеклы, улучшение качества корнеплодов может быть обеспечено не только селекцией, но и воздействием на растения, в частности, регуляторами роста в установленных ранее критических фазах онтогенеза [1]. В данном случае регуляция роста свеклы рассматривается как частное проявление закона «минимума» Ю.Либиха в приложении к теориям гормонального развития Н.Г. Холодного и циклического старе-

ния и омоложения растений Н.П. Кренке.

В связи с необходимостью дальнейшего повышения урожайности и улучшения кормовой ценности кормовой свеклы, а также из-за слабой изученности баланса эндогенных фитогормонов в ее тканях в задачи исследований входило изучить влияние обработки листьев растворами природных и синтетических регуляторов роста на содержание эндогенных ауксинов и абсцизинов и соотношение между ними, продолжительность жизнедеятельности листьев и их фотосинтетическую деятельность, на урожай корнеплодов, содержание и сбор сухого вещества, водорастворимых угле-

водов и белка, накопление и вынос элементов питания.

Методика

Экспериментальная работа проводилась в 1988—1991 гг. в полевой обстановке научно-исследовательской лаборатории ТСХА.

Почвы опытного участка дерново-подзолистые легко- и среднесуглинистые, глубина пахотного слоя — 25—30 см. Уровень естественного плодородия — средний, реакция почвенного раствора — слабокислая, севооборот — 7-польный, предшественник — озимая пшеница. Объект исследования — новый сорт односемянной кормовой свеклы Тимирязевка 87.

Минеральные удобрения вносили под весеннюю предпосевную культивацию из расчета на урожай корнеплодов 600 ц/га и соответствующую массу ботвы. Повторность опыта — 4-кратная, размещение вариантов — рендомизированное, учетная площадь делянок — 20—50 м². Посев проводили в I декаде мая ручной сеелкой СР-1. Норма высева семян с лабораторной всхожестью 85—95% — 180—250 тыс.шт/га. Глубина заделки семян — 2—3 см, ширина междурядий — 70 см. После нормированного прореживания по мерным рейкам густота стояния растений составила 69—71 тыс/га, что соответствует рекомендациям для Нечерноземной зоны [4, 6, 9]. Технология возделывания кормовой свеклы — общепринятая.

Применение регуляторов было приурочено к ранее установлен-

ным критическим фазам. В 1-ю критическую фазу, совпадающую с закладкой 10—25 листьев в конусе нарастания (при появлении 7-го настоящего листа), и обработку проводили ауксином в концентрации 0,0001%; 2,4-Д — 0,0002, вытяжкой из околоплодников — 1%; фузизокцином — 0,000002% с целью активации роста; расход рабочего раствора — 200 л/га. Во 2-ю критическую фазу, совпадающую с началом усиленного отложения продуктов синтеза в запас (начало III декады августа) растения обрабатывали ауксином в концентрации 0,05% и 2,4-Д — 0,004% в целях торможения роста молодых листьев. Расход раствора — 400 л/га. Однократная обработка посевов проводилась после восстановления тургора листьев, не ранее 17 ч. При использовании однократного полива перед регуляцией роста во 2-ю критическую фазу в специальных опытах была обеспечена равномерная подача воды на делянки при норме расхода 500 м³/га.

Содержание в тканях свеклы ИУК и АБК находили по методике определения биологической активности свободных ауксинов и ингибиторов роста в растительном материале [5], ауксинов — методом биотестов [10], АБК — по методике, разработанной в Государственном ботаническом саду АН СССР [2].

Фенологические наблюдения проводили по методике ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса (1971).

Долговечность листьев в пределах розетки определяли, фиксируя их порядковый номер, дату появ-

ления и отмирания у 10 растений в каждом варианте. Значения ФП и ЧПФ рассчитывали по формуле Кидда, Веста и Бриггса.

Урожай убирали вручную в конце сентября — начале октября сплошным методом. Статистическую обработку экспериментальных данных проводили методом дисперсионного анализа.

Метеорологические условия в вегетационный период различались по годам. Наиболее благоприятными для роста и развития свеклы они были в 1990 г., когда за вегетацию выпало 434,6 мм атмосферных осадков при средних многолетних 345 мм. Более половины их пришлось на июль — август. По данным Н.Г. Ворониной [3, 8], в это время свекла потребляет свыше 50% влаги общего водопотребления. Среднесуточная температура была на 0,5—1,5°С ниже средней многолетней в течение всей вегетации. Несмотря на достаточное количество выпадающих осадков почвенные засухи в Нечерноземной зоне России — реальная угроза. Это обусловлено физическим строением дерново-подзолистых почв и неравномерностью выпадения осадков [11]. Сезон вегетации 1991 г. можно охарактеризовать как теплый с обильными осадками, но неравномерным их распределением. Всего выпало 491 мм осадков и более половины — в июле — августе, но имели место кратковременные засухи в I декадах июля и августа. В течение вегетации среднесуточная температура на 1—2,5°С превышала норму. Период вегетации 1988 г. был теплым с очень неравномерным распреде-

лением осадков. Их сумма за сезон составила 352,1 мм, что близко к средним многолетним. В каждом из трех периодов вегетации свеклы были примерно 10-дневные засухи, сопровождавшиеся более высокой на 1—3°С по сравнению со средней многолетней температурой. Период вегетации 1989 г. был жарким и засушливым, выпало 298,5 мм осадков, что на 46,5 мм меньше нормы. В июле — августе была длительная засуха при температуре на 2—4°С выше средней многолетней.

Содержание природных ауксинов и абсцизинов в тканях свеклы и соотношение между ними при ее обработке 2,4-Д в критические фазы онтогенеза

Содержание природных фитогормонов и соотношение между ними находятся в сильной зависимости от фазы развития растения, складывающихся погодных условий, а также от экзогенного действия регуляторов роста.

Наши исследования показали, что в начальные фазы развития в листьях кормовой свеклы очень низкое содержание эндогенных ауксинов (табл. 1). После завершения «спячки корня», в период от фазы 7-го до фазы 9-го настоящего листа, содержание ИУК в листьях возрастало почти в 5 раз, а содержание АБК в период от фазы 2-й пары настоящих листьев до фазы 9-го листа возрастало примерно в 4-5 раз. Соотношение между указанными фитогормонами в период от 7-го до 9-го настоящего листа постепенно смещалось в сторону ИУК.

Таблица 1

Содержание природных ауксинов и абсцизинов (мкг на 1 г сухого вещества) в листьях и соотношение между ними при активации роста в 1-ю критическую фазу онтогенеза кормовой свеклы

Фаза онтогенеза	Контроль		2,4-Д, 0,0002%		Контроль	2,4-Д, 0,0002%
	ИУК	АБК	ИУК	АБК	ИУК:АБК	

1990 г.

Линька корня:

2-я пара листьев, 12.06	Не обн.	0,936	—	—	Не обн.	—
3-я » » , 19.06	1,370	3,199	—	—	0,416:1	—
Закладка листьев среднего яруса — 7-й лист 26.06	1,280	1,661	—	—	0,770:1	—
Период усиленного роста:						
8-й лист, 3.07	1,394	2,325	3,494	1,730	0,600:1	2,020:1
9-й » , 10.07	5,557	3,847	6,957	3,549	1,445:1	1,960:1

1991 г.

Линька корня:

2-я пара листьев, 10.06	Не обн.	0,741	—	—	Не обн.	—
3-я » » , 17.06	Не обн.	1,523	—	—	Не обн.	—
Закладка листьев среднего яруса — 7-й лист, 24.06	0,209	3,056	—	—	0,068:1	—
Период усиленного роста:						
8-й лист, 1.07	0,487	3,607	1,113	3,378	0,135:1	0,139:1
9-й » , 8.07	1,169	3,788	27,720	3,446	0,309:1	8,044:1

Применение ростактивирующего раствора 2,4-Д концентрацией 0,0002% в фазу 7-го листа привело к увеличению содержания ИУК в листьях свеклы примерно в 2,5 раза по сравнению с контролем и незначительному снижению содержания АБК. Соотношение между этими фитогормонами при активации в 1-ю критическую фазу смещалось в сторону ИУК.

К окончанию периода интенсивного роста в тканях свеклы отмечались снижение содержания ИУК и колебание содержания АБК с общей тенденцией к увеличению. Соотношение между фитогормонами заметно смещалось в сторону АБК (табл. 2).

Торможение роста молодых листьев во 2-ю критическую фазу ингибирующей концентрацией 2,4-Д 0,004% сопровождалось снижением содержания ИУК в 2—4 раза по сравнению с контролем. Содержание АБК, особенно при засухе и неравномерном распределении осадков, увеличивалось. В соотношении этих фитогормонов доля АБК значительно возрастала по сравнению с контролем.

Продолжительность жизни, площадь листьев и их фотосинтетическая деятельность

Площадь усвояющей поверхности и долговечность листьев среднего яруса, на которые при-

Таблица 2

Содержание природных ауксинов и абсцизинов (мкг на 1 г сухого вещества) в листьях свеклы и соотношение между ними при торможении роста молодых листьев во 2-ю критическую фазу

Фаза онтогенеза	Контроль		2,4-Д, 0,004%		Контроль	2,4-Д, 0,004%
	ИУК	АБК	ИУК	АБК		

1989 г.

Завершение периода интенсивного роста

24-й лист, 9.08	60,270	6,035	—	—	12,831:1	—
26-й », 16.08	13,440	7,101	—	—	1,929:1	—
27-й », 23.08	7,924	8,002	—	—	1,026:1	—

Период усиленного накопления углеводов

29-й », 29.08	0,209	3,176	1,252	5,115	0,066:1	0,245:1
31-й », 5.09	8,987	9,974	0,555	11,146	0,901:1	0,050:1

1990 г.

Завершение периода интенсивного роста

20-й лист, 8.08	622,800	8,298	—	—	76,634:1	—
22-й », 15.08	695,500	7,768	—	—	90,230:1	—
24-й », 22.08	348,500	4,139	—	—	82,477:1	—

Период интенсивного накопления углеводов

25-й », 29.08	13,900	4,216	89,900	4,863	3,297:1	18,487:1
26-й », 5.09	0,901	8,561	0,621	9,352	0,105:1	0,066:1

1991 г.

Завершение периода интенсивного роста

24-й лист, 8.08	382,000	4,866	—	—	78,122:1	—
26-й », 15.08	165,800	4,542	—	—	36,521:1	—
28-й », 22.08	76,350	4,694	—	—	16,250:1	—

Период усиленного накопления углеводов

32-й », 29.08	62,560	4,517	11,820	4,308	13,850:1	2,744:1
34-й », 5.09	6,957	4,327	1,175	4,118	1,608:1	0,285:1

ходится основная доля участия в формировании урожая корнеплодов, в значительной мере зависят от наличия влаги, особенно в период интенсивного роста (в июле — августе). Так, при засухе в 1989 г. появление листьев среднего яруса сопровождалось отмиранием более старых уже в нача-

ле августа, в результате чего продолжительность жизнедеятельности листьев была на 19 дней меньше, чем в условиях обильного увлажнения, но неравномерного распределения осадков в 1991 г. (табл. 3).

При активации роста в 1-ю критическую фазу онтогенеза наблю-

Продолжительность жизнедеятельности листьев свеклы (дни)
при использовании соединенной ауксинного ряда в 1-ю критическую фазу

Год	Контроль	ИУК, 0,0001%	2,4-Д, 0,0002%
<i>Листья с 1-го по 9-й</i>			
1988	67,7	80,8	80,5
1989	62,0	66,7	66,7
1990	78,7	91,8	91,7
1991	102,8	102,3	102,0
\bar{x}	77,8	85,4	85,2
<i>Листья среднего яруса — с 10-го по 25-й</i>			
1988	60,3	68,6	68,5
1989	64,4	73,8	73,3
1990	66,3	71,0	70,0
1991	83,4	78,4	73,4
\bar{x}	68,6	73,0	71,3
<i>Листья ювенильные — с 26-го</i>			
1988	22,6	27,6	30,1
1989	18,5	25,0	28,0
1990	18,6	26,2	22,0
1991	38,4	31,7	30,4
\bar{x}	24,5	27,6	27,6

далось более быстрое формирование ассимиляционного аппарата оптимальных размеров. Долговечность листьев в зависимости от условий вегетации возрастала до 68—78 дней и на 5—8 дней была больше, чем в контроле. При этом в условиях с очень неравномерным распределением осадков (1988 г.) отмечалось уменьшение числа отмерших листьев с 15 до 12.

В более благоприятные по влагообеспеченности сезоны (1990, 1991 гг.) площадь листьев практически не различалась по годам и составляла 60,5 тыс. м²/га, что в 2 раза больше, чем в условиях засухи (1989 г.). При регуляции роста в критические фазы вегетации она превышала контроль на 1—3 тыс.

м²/га в течение вегетации. В засушливых условиях различия по фотосинтетическому потенциалу (ФП) были менее контрастными. При активации роста в 1-ю критическую фазу ассимиляционная поверхность увеличивалась за счет более быстрого нарастания площади листьев в июле. При апикальном торможении во 2-ю критическую фазу сохранение фотосинтетического потенциала и преимущество перед контрольными растениями объясняется главным образом задержкой роста молодых листьев и продлением деятельного состояния более старых периферических. ФП в засушливых условиях вегетации (1989 г.) составлял 1,61 млн м²-ди/га, тогда как при обильном вы-

падении осадков и их благоприятном распределении по декадам (1990 г.) — 3,30 млн $\text{м}^2 \cdot \text{дн/га}$.

Гормональная регуляция роста свеклы в 1-ю и 2-ю критические фазы онтогенеза приводила к заметному увеличению ФП по отношению к контролю: соответственно на 0,08—0,35 и 0,01—0,17 млн $\text{м}^2 \cdot \text{дн/га}$.

За годы исследований чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) у кормовой свеклы была в пределах 2,53—5,50 $\text{г/м}^2 \cdot \text{сут}$. Наиболее низкое значение этого показателя у контрольных растений — 2,76 $\text{г/м}^2 \cdot \text{сут}$ отмечено при высокой температуре и неравномерном распределении осадков (1988 г.). При нормальной влагообеспеченности (1990 г.) ЧПФ была равна 4,37 $\text{г/м}^2 \cdot \text{сут}$. Регуляция роста обеспечивала ее повышение. В условиях засухи (1989 г.) и неравномерного распределения осадков (1988 г.) более заметным оказался эффект от активации роста в 1-ю критическую фазу. При этом значение ЧПФ увеличилось соответственно на 0,47 $\text{г/м}^2 \cdot \text{сут}$, или 17%, и на 0,80 $\text{г/м}^2 \cdot \text{сут}$, или на 18%. В наиболее благоприятных условиях вегетации (1990 г.) при активации роста в ту же фазу ЧПФ возросла на 1,13 $\text{г/м}^2 \cdot \text{сут}$, или на 26%, а при торможении роста во 2-ю критическую фазу — на 1,01 $\text{г/м}^2 \cdot \text{сут}$, или на 23%. Коэффициент использования ФАР колебался в зависимости от уровня и распределения температуры и осадков: низким (1,31%) был в засушливом 1989 г., более высоким (2,23%) — в условиях благоприятного сезона (1990 г.). В вариантах с обработкой регуляторами роста отмечено

повышение КПД ФАР. При этом в засушливом и с неравномерным распределением осадков годах более эффективными были активация роста в 1-ю критическую фазу раствором 2,4-Д и торможение — во 2-ю критическую фазу раствором ИУК (табл. 4). В благоприятном 1990 г. раздельное применение регуляторов обеспечивало примерно одинаковый эффект.

Влияние регуляторов роста на продуктивность свеклы

По данным наших исследований, наибольший ущерб урожайности кормовой свеклы, сбору сухого вещества и растворимых углеводов нанесла засуха в период интенсивного роста. Так, в засушливом 1989 г. урожай корнеплодов свеклы составил 456—470 ц/га , а сбор растворимых углеводов — 67—68 ц/га , в наиболее благоприятном по уровню и распределению осадков 1990 г. — соответственно 682—689 ц/га и 88—90 ц/га (табл. 4).

Обработка посевов свеклы растворами ИУК, 2,4-Д, фузизокцина, вытяжки из окоплодников свеклы как в 1-ю, так и во 2-ю критические фазы вегетации обеспечила существенное увеличение валовой урожайности, сбора сухого вещества и растворимых углеводов. Повышение урожайности почти до 800 ц/га отмечено при активации роста в 1-ю критическую фазу раствором ИУК (0,0001%) даже в условиях жаркого сезона с неравномерным распределением осадков. Уровень урожайности в контроле был ниже на 166 ц/га . В наиболее бла-

Таблица 4

**Основные показатели фотосинтетической деятельности посевов
кормовой свеклы при регуляции роста в критические фазы онтогенеза**

Показатель	Год	Контроль	2,4-Д, 0,0002%	ИУК, 0,0001%	2,4-Д, 0,004%	ИУК, 0,05%
Средняя площадь листьев, тыс. м ² /га	1988	42,1	44,7	46,9	42,5	45,1
	1989	19,7	20,8	20,7	20,3	19,9
	1990	40,4	41,3	41,5	40,2	40,7
	1991	38,5	39,7	39,9	39,2	39,2
ФП, млн м ² · дн/га	1988	3,38	3,59	3,75	3,41	3,55
	1989	1,61	1,69	1,68	1,64	1,62
	1990	3,30	3,36	3,39	3,30	3,34
	1991	3,21	3,31	3,28	3,25	3,25
ЧПФ, г/м ² · сут	1988	2,76	3,23	2,53	2,81	2,94
	1989	4,51	5,31	5,04	4,57	4,77
	1990	4,37	5,46	5,50	5,38	5,14
	1991	4,37	4,41	4,50	4,39	4,48
КПД ФАР, %	1988	1,73	2,11	1,76	1,80	2,13
	1989	1,31	1,56	1,48	1,43	1,50
	1990	2,23	2,58	2,60	2,52	2,49
	1991	1,86	1,96	1,88	2,03	2,08
Общий сбор сухого вещества, ц/га	1988	128,4	156,7	130,8	134,5	158,6
	1989	97,6	115,6	106,8	106,3	111,8
	1990	165,8	191,9	193,0	187,1	185,2
	1991	136,7	142,5	145,5	152,0	160,0

поприятный сезон (1990 г.) наблюдалось расширение диапазона эффективного действия применяемых регуляторов в обе критические фазы. Статистически доказуемые прибавки урожая корнеплодов и сбора растворимых углеводов получены от применения ИУК, 2,4-Д, фузикоцина и вытяжки из околоплодников как в 1-ю, так и во 2-ю критические фазы (табл. 5).

Эффективность однократного полива нормой 500 м³/га перед обработкой регуляторами роста во 2-ю критическую фазу вегетации находится в тесной взаимосвязи с

выпадением осадков и их распределением в периоды интенсивного роста и усиленного накопления углеводов. В типичных для Нечерноземной зоны условиях 1988 и 1991 гг. с неравномерным распределением осадков по декадам и периодам вегетации свеклы прослеживалось синергетическое взаимодействие водного режима и гормональной регуляции. Превышение урожайности над уровнем контроля при комплексном применении полива и торможения роста молодых листьев раствором 2,4-Д (0,004%) с интервалом в 2 дня оказалось больше суммы при-

**Урожайность (ц/га) кормовой свеклы и сбор водорастворимых углеводов
с единицы площади**

Вариант	Урожай корнеплодов				Сбор водорастворимых углеводов			
	1988	1989	1990	1991	1988	1989	1990	1991
<i>Обработка в 1-ю критическую фазу</i>								
Контроль	630	456	682	622	66,8	68,4	90,0	85,3
ИУК, 0,0001%	796*	491*	748*	646	73,5	73,1*	102,4*	87,8
2,4-Д, 0,0002%	751*	500*	732*	630	92,4*	77,0*	104,0*	85,6
Фузкокцин, 0,000002%	—	499*	734*	698*	—	79,3*	98,4*	94,2
Околоплодник (вы- тяжка), 1%	513*	513*	759*	725*	80,3	72,3	102,4	97,1
НСР ₀₅	99,5	28,3	34,6	64,3	16,7	4,0	4,8	—
<i>Обработка во 2-ю критическую фазу</i>								
Контроль	630	470	689	663	74,9	67,2	88,2	90,8
ИУК, 0,05%	—	499*	732*	737	—	71,8*	95,2*	99,5
2,4-Д, 0,004%	—	490	717*	704	—	72,0*	92,5*	97,2
Фузкокцин, 0,000002%	—	506*	725*	690	—	75,4*	95,7*	93,9
Околоплодник (вы- тяжка), 1%	720	493	744*	718	77,8	69,4	98,9*	96,9
НСР ₀₅	99,5	23,3	18,4	74,5	16,7	3,5	2,4	—
<i>Регуляция роста в сочетании с предшествующим поливом</i>								
Контроль	652	572	696	672	65,7	83,5	93,2	92,0
ИУК, 0,05%	730*	655*	718	691	74,3*	100,5*	105,9*	94,7
2,4-Д, 0,004%	750*	577	706	756*	77,6*	81,5	94,6	102,1
Околоплодник (вы- тяжка), 1%	—	634	706	680	—	92,6*	94,9	91,9
НСР ₀₅	66,6	36,2	—	43,0	7,3	5,2	2,2	5,6

* Статистически доказуемое увеличение урожая корнеплодов и сбора водорастворимых углеводов.

бавок от каждого из этих факторов, взятых в отдельности. В условиях засушливого сезона (1989 г.) синергетический эффект наблюдался от применения полива и ростиингибирующего раствора ИУК (0,05%), а аддитивный — от полива и 2,4-Д (0,004%). В условиях сезона, наиболее благоприятного по уровню и распределению осадков (1990 г.), эффект от

полива был минимальным. Не наблюдалось ни синергетического, ни аддитивного эффектов. Регуляция роста в этом случае обеспечивала повышение урожая корнеплодов не более чем на 30 ц/га.

За 3 года как при активации, так и при торможении роста молодых листьев накопление и вынос элементов питания корнеплодами находились в соответствии

с повышенным валовой урожайности, а соотношение $N : P_2O_5 : K_2O$ характеризовалось большой стабильностью в условиях разных сезонов, в среднем было близко к 2,23 : 1 : 4,64 и практически не зависело от вида регуляторов, применяемых в критические фазы.

Содержание белка в корнеплодах и его сбор с единицы площа-

ди сильно изменялись в зависимости от условий вегетации. Наибольший сбор белка (751 кг/га) отмечен при наиболее благоприятном влагообеспечении (табл. 6). Меньшим был сбор белка при очень неравномерном распределении осадков (1988 г.), а самым низким (531 кг/га) — при длительной засухе в июле — августе (1989 г.).

Таблица 6

Сбор белка в корнеплодах кормовой свеклы при регуляции роста в критические фазы онтогенеза

Вариант	1988 г.		1989 г.		1990 г.	
	кг/га	d%	кг/га	d%	кг/га	d%
<i>Обработка в 1-ю критическую фазу</i>						
Контроль	589	—	531	—	751	—
ИУК, 0,0001%	676	14,8	565	6,4*	863	14,9*
2,4-Д, 0,0002%	720*	22,2*	602	13,4*	855	13,8*
Фузариозин, 0,000002%	—	—	580	9,2*	815	8,5*
Вытяжка из околоплодника, 1%	688	16,8	560	5,5	799	6,4*
НСР ₀₅	113,2	17,8	31,4	5,7	37,9	4,8
<i>Обработка во 2-ю критическую фазу</i>						
Контроль	589	—	537	—	749	—
ИУК, 0,05%	—	—	549	2,2	782	4,4*
2,4-Д, 0,004%	—	—	533	-0,7	791	5,6*
Фузариозин, 0,000002%	—	—	530	-1,3	855	14,1*
Вытяжка из околоплодника, 1%	638	5,8	506	-5,8**	709	-5,3**
НСР ₀₅	113,2	17,8	26,4	5,0	19,0	2,5

* Статистически доказуемое увеличение сбора белка.

** Статистически доказуемое уменьшение сбора белка.

Применение регуляторов роста в критические фазы вегетации свеклы обеспечило увеличение сбора белка. При сравнительно благоприятном водном режиме (1990 и 1991 гг.) эффект от применения регуляторов роста был выше, чем в условиях засушливого сезона (1989 г.). Наибольшее

увеличение этого показателя (до 131 кг/га, + 22%) отмечено после применения растактивирующих концентраций соединений ауксинового ряда в фазу 7-го листа. Обращает на себя внимание устойчивое по годам статистически доказуемое повышение сбора белка при использовании растакти-

вирующих концентраций 2,4-Д в 1-ю критическую фазу. В условиях благоприятного влагообеспечения при обработке листьев свеклы во 2-ю критическую фазу эффективным было применение раствора фузикоцина в ростактивирующей концентрации: доказуемая прибавка сбора белка — более 100 кг/га.

Выводы

1. В условиях Нечерноземной зоны применение регуляторов роста растений в начале периода интенсивного роста односемянной кормовой свеклы или в начале периода усиленного накопления углеводов сопровождается изменением содержания эндогенных фитогормонов в растительных тканях. При активации роста после завершения линьки корня в апикальных меристемах увеличивается содержание ИУК, и ее соотношение с АБК смещается в сторону ИУК. При торможении роста в начале периода усиленного отложения продуктов синтеза в запас это соотношение смещается в сторону АБК, содержание которой в тканях возрастает.

2. Применение регуляторов роста в критические фазы онтогенеза кормовой свеклы обеспечивает задержку старения практически всех листьев в розетке. При этом в среднем ярусе, играющем особо важную роль, листья функционируют примерно на 5 дней дольше, чем у контрольных растений. Разница с контролем в площади листьев, фотосинтетическом потенциале, чистой продуктивности фотосинтеза после обработки природными и синтети-

ческими регуляторами сохраняется в течение всей вегетации, а коэффициент использования фотосинтетически активной радиации увеличивается примерно в 1,2 раза.

3. Применение растворов ИУК (в концентрации 0,0001%), 2,4-Д (0,0002%), вытяжки из околоплодника семян свеклы (1%) и фузикоцина (0,000002%) в 1-ю критическую фазу, а также растворов ИУК (0,05%), 2,4-Д (0,004%), вытяжки из околоплодника семян свеклы (1%), фузикоцина (0,000002%) — во 2-ю критическую фазу обеспечивает статистически доказуемое увеличение урожая корнеплодов, сбора сухого вещества, водорастворимых углеводов и белка на 5—25%.

4. Эффективность действия регуляторов роста находится в сильной зависимости от водного режима. В условиях засухи и неравномерного распределения осадков регуляторы роста дают наибольший эффект при орошении.

5. Активация роста свеклы в фазу 7-го листа, представляющая особый интерес в связи с малой концентрацией физиологически активных соединений и пониженным расходом рабочего раствора на единицу площади, обеспечивает устойчивое по годам повышение урожайности и улучшение качества продукции.

Предложения производству

1. Для обеспечения задержки старения листьев, увеличения фотосинтетического потенциала и чистой продуктивности фотосинтеза, повышения урожая корнеплодов, сбора сухого вещества, во-

дорастворимых углеводов и белка необходимо применять на посевах кормовой свеклы в критические фазы биогенные соединения. Роста активизирующие концентрации по кислотному эквиваленту следующие: для ИУК — 0,0001%, фузикокина — 0,000002%, вытяжки из окоп-лодников свеклы — 1%. Ингибирующая рост концентрация ИУК — 0,05%.

2. Обработку в начале периода усиленного роста следует проводить на выравненных посевах при расходе раствора активаторов порядка 200 л/га и скорости движения до 12 км/ч. Для ингибирования роста молодых листьев в начале периода усиленного накопления углеводов в Нечерноземной зоне растения целесообразно обрабатывать в начале 3-й декады августа при расходе рабочего раствора не менее 400 л/га и скорости движения 6 км/ч с применением ботвоотводов.

3. В случае наступления сильной засухи и при отсутствии полива нецелесообразно применять физиологически активные соединения, особенно во 2-ю критическую фазу. Для повышения эффективности действия регуляторов можно использовать все способы улучшения водного режима кормовой свеклы.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Архангельский Н.С.* Приемы управления ростом свеклы первого года жизни. - Докл. ТСХА, 1967, вып. 131, с. 57—60. — 2. *Бельнская Е.В., Кондратьева В.В., Кислин Е.Н., Филимонова М.В.* Влияние солей серебра и пиросер-

нистой кислоты на содержание абсцизовой кислоты в лепестках гвоздики. — Изв. АН СССР, 1990, № 1, с. 145—148. — 3. *Воронин Н.Г.* Производство кормов на орошаемых землях. Кузьмин В.Д. Справ. по кормопроизводству. Саратов: Полиграфист, 1988, гл. 4, с. 204—209. — 4. *Ельчанинова Н.Н.* Кормопроизводство. Корчагин В.А. Справ. полевода. Куйбышев: Кн. изд-во, 1988, гл. II, с. 223—273. — 5. *Кефели В.И., Турецкая Р.Х., Коф Э.М., Власов П.В.* Определение активности свободных ауксинов и ингибиторов роста в растительном материале. —

В кн.: Методы определения фитогормонов, ингибиторов роста, дефолиантов и гербицидов. М.: Наука, 1973, с. 7—21. — 6. *Киреев В.Н.* Технология возделывания кормовых корнеплодов на индустриальной основе. — В кн.: Теорет. основы построения и освоения кормовых севооборотов. М.: Агропромиздат, 1987, с. 176—188. — 7. *Лунашку М.Ф., Забриян Д.П.* Фотосинтетическая деятельность и продуктивность кормовых культур на регулируемых агрофонах. — В кн.: Пути увеличения эффективности использования пашни под кормовыми культурами. Кишинев: Штиинца, 1989, с. 113—128. — 8. *Писаренко В.А., Барыльник В.Т.* Сахарная, полусахарная и кормовая свекла. Остапов В.И. Справ. по орошаемому земледелию. Киев: Урожай, 1989, гл. 15, с. 210—214. — 9. *Попков В.В., Кузнецов Н.И., Каменев В.М. и др.* Кормовая свекла — по новой технологии. — Сел. хоз—во России, 1987, № 3, с. 29—30. — 10. *Рункова Л.В.* Исследование

ауксинов методом биотестов. — В кн.: Рост растений и природные регуляторы. М.: Наука, 1977, с. 52—65. — 11. *Силина С.П.* Продуктивность кормовой свеклы при естественной влагообеспечен-

ности дерново-подзолистых почв. — В кн.: Пути повышения продуктивности полевых культур в Нечерноземной зоне РСФСР. М.: ВСХИЗО, 1989, с. 61—68.

Статья поступила 25 июня 1997 г.

SUMMARY

Using exogenous growth regulators it is possible to change the balance of endogenous phytohormones in fodder beet tissues.

Growth activation at the start of the period of intensive growth increased auxin content. Growth depression at the start of the period of intensive accumulation of dry matter increased abscisic acid content.

For stimulation IAA (0.0001%), 2,4-D (0.0002%), fusicoccin (0.000002%) are used, and for inhibition IAA (0.05%) and 2,4-D (0.004%) are applied. Using growth regulators allows to increase longevity of most productive leaves (from 10 to 25) for 5 days. Photosynthetic efficacy became 1.2 times higher. Essential increase in the yield of root crops, dry matter and protein accounts for 5—25%.