

УДК 633.416:631.53;011:631.811.98

**СЕМЕННАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРМОВОЙ СВЕКЛЫ
И ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН
ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ СОЕДИНЕНИЙ
В ПЕРВЫЙ ГОД ВЕГЕТАЦИИ**

Н. С. АРХАНГЕЛЬСКИЙ, Л. В. ТРИШКИНА, Ф. П. ДУРНЕВ

(Кафедра растениеводства)

Изучали последствие обработок регуляторами роста маточных растений кормовой свеклы на лежкость корнеплодов при хранении, семенную продуктивность и посевные качества семян. Показано, что при обработке физиологически активными соединениями в критические фазы онтогенеза в маточных корнеплодах снижаются потери запасных питательных веществ в период хранения, повышается выравненность репродуктивных побегов, усиливается развитие главной зоны плодоношения, улучшается структура урожая и обеспечивается получение семян I класса.

Посевные качества семян кормовой свеклы сравнительно низкие. По ОСТ 4696—80 семена многосемянной кормовой свеклы с лабораторной всхожестью 80 % и выше относятся к I классу, а при 60 % и выше — ко II классу. Для улучшения структуры урожая и посевных свойств семян все шире используют регуляторы роста и развития растений [2, 4].

В результате многолетних исследований Н. С. Архангельского с сотрудниками [1, 2, 4] у семенников свеклы выявлены две критические фазы, совпадающие с сильной положительной реакцией растений на применение физиологически активных соединений: начало бутонизации (начало периода интенсивного роста) и начало молочной спелости (начало периода усиленного накопления сухого вещества).

Применение регуляторов роста в растактивирующей концентрации в начале фазы бутонизации оказывает воздействие на меристемы точек роста и способствует усилению развития репродуктивных побегов. Эффективность их действия зависит от многих факторов и в первую очередь — от возраста и физиологического состояния растений, а также от их водного режима, времени обработки и концентрации раствора.

Обработка семенников регуляторами роста в начале фазы молочной спелости (3-я декада августа) способствует увеличению числа растений с равномерно развитыми цветоносами и торможению роста многочисленных слабых побегов III порядка ветвления, на которых формируются мелкие соплодия с низкой всхожестью [1, 2, 4].

Вместе с тем остается еще не изученным последствие обработок регуляторами роста маточных растений в I-й года вегетации на лежкость маточных корнеплодов, интенсивность ветвления, семенную продуктивность свеклы и посевные качества семян. Изучению этого вопроса и была посвящена настоящая работа.

Исследования проводили на полях Лаборатории растениеводства Тимирязевской академии в 1985—1987 гг. с наиболее распространенным в СССР сортом кормовой свеклы Эккендорфская желтая.

Почва среднесуглинистая дерново-подзолистая, глубина пахотного слоя 22—24 см, уровень естественного плодородия — средний. По содержанию органических веществ почва относится к среднегумусовой, обеспеченность калием — средняя — 15—17 мг на 100 г сухой вочвы (по Масловой и Чернышовой), содержание обменного азота — 8—10 мг (по Кудярову), обеспеченность фосфором высокая — более 20 мг на 100 г (по Чирикову). Реакция почвенного раствора слабокислая, $pH_{\text{СОЛ}}$ 5,6—6,3.

Предшественником семенников кормовой свеклы во все годы исследований были зернобобовые культуры (соя, люпин). Мероприятия по уходу за семенниками были общепринятыми для данной зоны. Учетная площадь делянок 11,25—18 м². Схема посадки материнских растений 90Х50 см. Размещение делянок рендомизированное, повторность 4-кратная.

В опытах изучали последующее развитие растений кормовой свеклы, обработанных регуляторами роста в 1-й год вегетации, с учетом результатов исследований, выполненных ранее на кафедре растениеводства ТСХА [1, 2, 4].

Маточные растения обрабатывали в фазу 7-го листа бутиловым эфиром 2,4-Д в концентрации 0,0002% по кислотному эквиваленту; индолилуксусной кислотой (ИУК), 0,0001%; мочевиной, 0,23% по д. в., а также смесь 2,4-Д и мочевины. В начале 3-й декады августа (начало периода накопления углеводов) в других вариантах использовали 2,4-Д, 0,004 % и 0,0002 %, ИУК, 0,001 % по д. в. Кроме этого, применяли комбинированную обработку псевов 2,4-Д, 0,0002% в фазу 7-го листа и мочевиной, 0,23% в августе. В обе критические фазы контрольные растения опрыскивали водой. Обработку проводили в вечерние часы ранцевым опрыскивателем ОС-76, норма расхода рабочей жидкости 400 л/га.

Влияние физиологически активных соединений на семенную продуктивность растений и качество семян изучали отдельно по морфолого-физиологическим группам. Средневзвешенные показатели семенной продуктивности рассчитывали по каждому варианту. Проводили также фенологические наблюдения по фазам онтогенеза свеклы, подсчет числа репродуктивных побегов по порядку ветвления, наблюдения за динамикой роста растений. Содержание водорастворимых сухих веществ определяли с помощью рефрактометра ИРФ-454Б, общее содержание сухого вещества в маточных корнеплодах перед высадкой в поле и в конце вегетации — высушиванием навески до постоянной массы при 105 °С.

Уборку семенников осуществляли отдельно с учетом габитуса растений и сроков созревания по изменению окраски соплодий и консистенции семян. Контрольно-семенные анализы проводили, по методике Государственного стандарта (ГОСТ 12038—84, ГОСТ 12042—80, ГОСТ 12037—81, ГОСТ 12036—66, ГОСТ 12040—66).

Соплодия свеклы пропускали через воздушемельчитель со специально подобранными решетками. При этом выделяли семена для последующей оценки их полновесности, химического состава и силы роста.

Содержание N, P₂O₅ и K₂O определяли из одной навески после сжигания по Гинзбург, Щегловой, общий азот — феноловым методом по Кудярову, фосфор — по Дениже, калий — на пламенном фотометре. Содержание жира в собственно семенах свеклы определяли по обезжиренному остатку на приборе Сокслета.

В период зимнего хранения маточных, корнеплодов один раз в месяц отбирали образцы для изучения в динамике содержания NPK и убывали массы корнеплодов по месяцам.

Опыты, в которых изучалось влияние регуляторов роста на потомство, были заложены в 4-кратной повторности. Учетная площадь делянки составляла 7—24 м². Всходы прорезывали по мерным рейкам. Густота стояния корнеплодов перед уборкой была унифицированной во всех вариантах и составляла 70 тыс. растений на 1 га.

Статистическая обработка экспериментальных данных проводилась по Б. А. Доспехову на электронно-вычислительной машине СМ 4-20.

Главным критерием оценки эффективности новых приемов агротехники семеноводства кормовой свеклы служил интегральный показатель — сбор всхожих соплодий за вычетом балласта.

Метеорологические условия периодов вегетации заметно варьировали по годам.

В мае 1985 г. количество осадков и продолжительность солнечного сияния были выше уровня средних многолетних данных. В августе же при высокой температуре выпало недостаточно осадков. В течение всего вегетационного периода 1985 г. осадки выпадали неравномерно, а количество солнечных дней заметно отличалось от нормы, что сказалось отрицательно на цветении растений, завязывании и созревании семян.

В 1986 г. температурный режим был близок к средним многолетним данным. В мае осадков выпало мало, температура воздуха была высокой, что вызвало слабую засуху. В остальные месяцы осадков выпало в 2—3 раза больше нормы. Продолжительность солнечного сияния в июне, июле и особенно в августе была значительно выше средней многолетней.

В 1987 г. среднемесячная температура воздуха почти не отличалась от средней многолетней. В мае, июне и в конце сентября осадков выпало почти в 2 раза больше нормы. Солнечных дней было намного меньше, чем в предыдущие годы, и меньше средних многолетних данных. Поздняя весна, пасмурная погода и обилие осадков способствовали удлинению периода вегетации семенников.

Снижение температуры и обильное выпадение осадков в конце периода вегетации семенников свеклы были типичными для условий Нечерноземной зоны. Во все годы исследований в период уборки семян шли дожди.

Убыль массы маточных корнеплодов (%) в течение зимнего хранения 1986/87 г.

Вариант обработки	Дата взятия проб						Всего	d, %	
	13/XI	13/XII	15/I	16/II	16/III	15/IV			5/V
Контроль	1,85	2,18	1,35	1,08	1,78	2,73	3,63	14,6	6,09
В фазу 7-го листа:									
ИУК	1,73	2,23	0,65	0,63	1,08	2,08	2,90	11,3	2,79
2,4-Д	1,63	2,00	0,58	0,60	1,13	1,93	2,91	10,77	2,26
В августе:									
ИУК	1,63	2,20	0,55	0,53	0,90	1,70	2,53	8,51	—
2,4-Д	1,63	2,13	0,53	0,53	0,90	1,78	2,68	10,18	1,67
НСР ₀₅					3,71				

Результаты

Для закладки на зиму в овощехранилище отбирали здоровые маточные корнеплоды средней массой 400 г. Корнеплоды хранились на стеллажах при температуре 1—2 °С и относительной влажности воздуха 90—95 %.

При хранении потери питательных веществ на дыхание были в пределах нормы. Преждевременного отрастания листьев и развития болезней не отмечалось. Вместе с тем в течение зимнего хранения убыль массы корнеплодов заметно различалась по вариантам обработки (табл. 1). Лучше всего хранились маточные корнеплоды растений, обработанных соединениями ауксинового ряда в первую или вторую критические фазы онтогенеза. В вариантах обработки в августе ИУК и 2,4-Д наблюдалось уменьшение потерь массы маточных корнеплодов по сравнению с контролем.

В период хранения в корнеплодах происходили некоторые изменения содержания макроэлементов. Сравнительно более высоким содержанием НРК отличались корнеплоды, у которых под воздействием регуляторов были меньше потери массы в период хранения.

Эффективность последствий обработок на семенную продуктивность кормовой свеклы во многом зависела от метеорологических условий в период вегетации материнских растений. В 1985 и 1987 гг. у растений 2-го года вегетации сформировалась большая вегетативная

Таблица 2

Структура урожая семян свеклы (%)

Вариант обработки	Фракция соплодий			Вариант обработки	Фракция соплодий		
	4 мм	3 мм	2,5 мм		4 мм	3 мм	2,5 мм
1985 г.				1986 г.			
Контроль	24	53	23	Контроль	48	45	7
В фазу 7-го листа:				В фазу 7-го листа			
2,4-Д	27	55	18	2,5-Д	58	37	5
Мочевина	28	52	20	В августе:			
2,4-Д+мочевина	35	49	16	2,4-Д	51	43	6
2,4-Д)-мочевина				ИУК	61	35	4
в августе	23	55	22	1987 г.			
В августе:				Контроль	66	30	4
Мочевина	26	53	21	В фазу 7-го листа:			
ИУК	25	58	17	2,4-Д	66	32	2
				ИУК	69	29	2
				В августе:			
				2,4-Д	72	26	2
				ИУК	74	24	2

масса. Высота растений достигала 150 см, они отличались хорошей облиственностью, усиленным ветвлением, период вегетации у них удлинился, что осложняло уборку семенников. В более благоприятном для развития семенников 1986 г. крупные соплодия формировались компактно на побегах I и II порядка ветвления, высота семенников в основном составляла 100—110 см, созревали соплодия в более сжатые сроки.

В результате последствия обработки маточных растений регуляторами роста в насаждениях увеличивалось число растений с равномерно сформировавшимися репродуктивными побегами, возросло общее число побегов I и II порядка ветвления. Усиление развития главной зоны плодоношения и повышение степени выравненности репродуктивных побегов способствовали улучшению структуры выращиваемого семенного материала (табл. 2).

Во все годы исследований обработки маточных растений ростактивирующими концентрациями 2,4-Д и ИУК как в 1-ю, так и во 2-ю критические фазы онтогенеза положительно влияли на сбор всхожих соплодий. При этом следует отметить, что наибольшая эффективность обработок наблюдалась в неблагоприятных условиях вегетации семенников (1985 и 1987 гг.), причем разница с контролем составляла 2—6 ц/га (табл. 3, 4). Самым высоким этот показатель был в варианте применения регулятора роста ИУК в фазу 7-го листа — на 33 % выше, чем в контроле. Следует обратить внимание на стабильность прибавок сбора всхожих соплодий по годам (23—27 %) при обработке 2,4-Д в

Т а б л и ц а 3

Урожай и посевные качества семян свеклы

Вариант обработки	Число точек роста, шт.	Число соплодий на 1 растении, шт.	Валовой урожай соплодий		Средний сбор семян с 1 растения, г	Масса 1000 соплодий, г	Масса 1000 собственн. семян
			ц/га	d. %			
1985 г.							
Контроль	Не опр.	4638	17,6	—	80,7	17,4	3,35
В фазу 7-го листа:							
2,4-Д	»	4963	20,7	17,6	93,3	18,8	3,25
Мочевина		4382	16,6	—6,0	74,5	17,0	3,22
2,4-Д+мочевина	»	4508	18,7	6,3	84,3	18,7	3,16
2,4-Д+мочевина в августе	»	4509	17,5	—0,6	78,9	17,5	3,22
В августе:							
Мочевина	»	4386	16,7	-5,4	75,0	17,1	3,15
ИУК	»	4978	19,8	12,5	89,1	17,9	3,29
НСР ₀₅			1,48		6,63		
1986 г.							
Контроль	234,0	5721	30,9	—	139,6	24,4	3,04
В фазу 7-го листа:							
2,4-Д	261,9	6042]	35,5	14,9	158,9	26,3	3,10
В августе:							
2,4-Д	266,0	5648	31,3	1,3	141,2	25,0	3,13
ИУК	246,8	5869	30,8—	—0,3	139,6	24,2	3,02
НСР ₀₅			2,16		10,9		
1987 г.							
Контроль	271,8	3443	22,8	—	102,6	29,8	2,98
В фазу 7-го листа:							
2,4-Д	284,5	3654	26,3	15,4	118,4	32,4	3,28
ИУК	267,5	3824	28,0	22,8	126,2	33,0	3,06
В августе:							
2,4-Д	284,5	3654	26,3	15,4	118,4	32,4	3,28
ИУК	264,1	4037	27,0	18,4	121,5	30,1	3,15
НСР ₀₅			1,33		5,85		

Сбор всхожих соплодий, посевные качества семян и урожайность растений последующей генерации

Вариант обработки	Сбор всхожих соплодий			Энергия прорастания		Сила роста семян	Лабораторная всхожесть	Урожай корнеплодов у потомства, ц/га
	ц/га	д, %	с растрескиванием, г	на 3-й день	на 5-й день			
				%				
	1985 г.					1986 г.		
Контроль	13,7	—	62,9	62	74	64	78	403,5
В фазу 7-го листа:								
2,4-Д	17,4	27,0	78,2	72	77	68	84	415,3
Мочевина	12,9	—6,2	58,0	63	73	64	78	423,0
2,4-Д+мочевина	14,6	6,6	66,0	66	75	65	78	473,0
2,4-Д+мочевина в августе	13,7	0	61,5	66	74	64	78	441,2
В августе:								
Мочевина	13,2	—3,8	58,9	62	75	62	79	499,2
ИУК	16,2	18,2	72,7	68	70	67	82	510,4
НСР ₀₅	1,2							46,3
	1986 г.					1987 г.		
Контроль	25,6	—	115,9	76	80	53	83	424,8
В фазу 7-го листа 2,4-Д	32,0	25	143,0	85	87	58	90	433,0
В августе:								
2,4-Д 27,5	7,4	124,3		79	81	50	80	451,1
ИУК	27,7	8,2	125,6	84	85	56	90	433,2
НСР ₀₅	1,98							15,4
	1987 г.							
Контроль	19,4	—	87,2	48	74	—	85	
В фазу 7-го листа:								
2,4-Д	23,9	23,2	105,6	53	82	—	89	
ИУК	25,8	33,0	116,1	54	87	—	92	
В августе:								
2,4-Д	24,7	27,3	111,3	57	90	—	94	
ИУК	24,3	25,3	109,4	58	77	—	90	
НСР ₀₅	1,35							

первую критическую фазу онтогенеза. Повышение семенной продуктивности при использовании соединений ауксинового ряда было статистически доказуемым во все годы проведения экспериментов (табл. 3, 4).

Действие регуляторов роста растений оказалось достаточно эффективным даже в условиях благоприятного сезона 1986 г., когда семенная продуктивность свеклы была высшей и при обычной агротехнике составляла около 31 ц/га, причем число соплодий в среднем на одно растение достигало 6 тыс. шт.

У многосемянной свеклы, по данным [3], масса 1 тыс. соплодий коррелирует с их величиной и величиной содержащихся в них семян. Средняя масса одного семени зависит от величины соплодия (клубочка) и от числа сформированных в нем семян. В наших опытах масса соплодий и особенно семян возрастала при обработке маточных растений свеклы соединениями ауксинового ряда в фазу 7-го листа.

Своевременное воздействие регуляторами роста на меристемы закладывающихся репродуктивных побегов в 1-й год вегетации оказывает положительное влияние не только на семенную продуктивность свеклы, но и на посевные качества соплодий. Наиболее полно характеризуют посевные качества семян в полевых условиях энергия прорастания на 3-й день после их закладки в растительни и сила роста.

В условиях вегетационного периода 1987 г., когда наблюдались избыток осадков и пониженные температуры, разрыв между энергией прорастания и всхожестью был наибольшим (в контрольном варианте

Химический состав семян свеклы (% на абсолютно сухое вещество)

Вариант обработки	Жир	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N:P ₂ O ₅ :K ₂ O
1985 г.					
Контроль	18,96	3,05	1,83	0,68	1,67:1:0,37
В фазу 7-го листа:					
2,4-Д	19,14	3,14	1,79	0,70	1,75:1:0,39
Мочевина	18,97	3,00	1,81	0,68	1,66:1:0,38
2,4-Д+мочевина	18,95	3,07	1,79	0,70	1,72:1:0,39
2,4-Д+мочевина в августе	18,96	2,99	1,80	0,69	1,6651:0,38
В августе:					
Мочевина	18,90	3,01	1,80	0,68	1,67:1:0,38
ИУК	19,12	3,15	2,15	1,78	1,77:1:0,44
1986 г.					
Контроль	20,56	3,47	2,11	0,89	1,64:1:0,42
В фазу 7-го листа 2,4-Д	20,86	3,70	1,96	0,94	1,89:1:0,48
В августе:					
2,4-Д	21,36	3,87	2,04	0,95	1,90:1:0,47
ИУК	21,35	3,92	1,89	0,95	2,07:1:0,50

те он составлял 26 %). Этот разрыв существенно сокращался при использовании соединений ауксинового ряда, причем особенно заметно — при обработке маточных растений во вторую критическую фазу (табл. 4)

При обработках 2,4-Д и ИУК лабораторная всхожесть соплодий увеличивалась в среднем за 3 года на 4—6 %, а сила роста собственно семян — на 3—4 %.

При обработке мочевиной отмечался больший разрыв между энергией прорастания и всхожестью, чем при обработках ИУК и 2,4-Д. Однако он уменьшался при обработке маточников смесью мочевины с 2,4-Д, а также в варианте применения 2,4-Д в фазу 7-го листа и мочевины в августе.

Необходимо отметить тот факт, что при использовании регуляторов роста наблюдалось соответствие между наибольшей энергией прорастания на 3-й день, наибольшей всхожестью и силой роста.

Анализы показали, что энергия прорастания на 3-й день выше у более мелких соплодий. Причиной некоторого отставания в прорастании семян, содержащихся в крупных соплодиях, возможно, является большая масса околоплодника, поскольку, по данным [5], соплодия свеклы поглощают много воды при набухании — 120 % к их воздушно-сухой массе, а иногда и больше.

Изучение химического состава собственно семян свеклы в зависимости от условий вегетации семенников показало, что с ухудшением их в семенах уменьшается содержание фосфора, азота, калия и жира (табл. 5). Вместе с тем применение ИУК и 2,4-Д способствует повышению в семенах количества жира, азота и калия. При этом заметно увеличиваются энергия прорастания и всхожесть. Наиболее заметное положительное влияние регуляторов роста на химический состав собственно семян отмечалось в годы, когда складывались неблагоприятные условия для их формирования.

При использовании высококачественного посевного материала ускоряется появление всходов, уменьшается степень их изреживания и существенно повышается урожайность растений последующей генерации. Так, в 1986 г. достоверное повышение урожая корнеплодов было отмечено в вариантах с обработкой маточных растений ростактивирующими концентрациями ИУК и 2,4-Д в 1-ю или во 2-ю критические фазы онтогенеза.

Выводы

1. Обработка маточных растений кормовой свеклы Эккендорфская желтая растворами физиологически активных соединений в критические фазы онтогенеза способствует уменьшению потерь запасных питательных веществ на дыхание в период хранения маточных корнеплодов на 2—6 %.

2. Своевременное использование ростактивирующих концентраций 2,4-Д и ИУК в 1-й год жизни свеклы повышает выравненность репродуктивных побегов и ограничивает их ветвление.

3. Усиление развития главной зоны плодоношения и увеличение массы 1 тыс. соплодий сопровождаются повышением энергии прорастания и всхожести семян до уровня I класса.

4. Нормирование плодоношения семенников свеклы при использовании соединений ауксинового ряда обеспечивает более полное отложение продуктов синтеза в запас. Содержание жира при этом возрастает на 0,8 %, азота — на 0,45, калия — на 0,08 %.

5. Улучшение посевных качеств соплодий свеклы при своевременном использовании физиологически активных соединений в агротехнике семеноводства способствовало ускорению появления всходов, уменьшению степени их изреживания и повышению урожайности корнеплодов последующей генерации на 70—100 ц/га.

ЛИТЕРАТУРА

1. Архангельский Н. С. Приемы управления ростом кормовой и сахарной свеклы 1-го года жизни. — Докл. ТСХА, 1967, вып. 131, с. 57—60. 2. Архангельский Н. С., Лузик Л. В., Кострикин В. М. и др. Урожайность и сбор белка кормовой свеклы в условиях орошения при использовании физиологически активных соединений. — Изв. ТСХА, 1987, вып. 2, с. 39—43. — 3. Задлер В. В. Об основных соотношениях между признака-

ми соплодий сахарной свеклы и их продуктивностью. — Тр. ВНИС, 1950, т. 32, с. 152—155. — 4. Зайдель К. Л. Применение ФАС в агротехнике разных сортов. — Автореф. канд. дне. М., 1975. — 5. Оканенко А. С. Материалы к биохимической характеристике сортов свеклы. — Изв. АН СССР, сер. биол., 1936, № 6, с. 1871—1901.

Статья поступила 15 марта 1988 г.

SUMMARY

Aftereffect of fodder beet treatments with regulators of foundation plants growth on keeping qualities of root crops in storage, seed production and sowing qualities of seed has been studied. It is shown that under treatment with physiologically active compounds during critical stages of ontogenesis the losses of reserve nutrients in foundation root crops in storage period decrease, the levelling of reproductive shoots increases, the development of the main fruit bearing zone gets more intensive, the yield structure gets better, and production of the 1-st class seed is secured.