

УДК 633.41:631.82:631.547.472

ФОТОСИНТЕТИЧЕСКАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРМОВОЙ СВЕКЛЫ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА

В.И. БОНДАРЬ

(Кафедра переработки и хранения с.-х. продукции*)

Дана оценка фотосинтетической деятельности и продуктивности кормовой свеклы Тимирязевская односемянная под воздействием регуляторов роста растений. Показано, что интенсивность работы фотосинтетического аппарата характеризуется высокой устойчивостью в условиях различного увлажнения. Размеры листовой поверхности и мощность фотосинтетического потенциала, наоборот, весьма изменчивы и формируются в соответствии с производительной способностью внешней среды.

ЧПФ практически не коррелирует с суммарной фотосинтетической продуктивностью и обратно коррелирует с размерами листовой поверхности и мощностью фотосинтетического потенциала. Несмотря на обратную корреляцию с площадью листьев, высокая устойчивость ЧПФ дает возможность более эффективно и производительно увеличивать в фитоценозах размеры фотосинтетического аппарата с помощью некоторых регуляторов роста.

Действие активаторов роста, применяемых в начале 2-го периода, в основном направлено на усиление прироста общей биомассы, а ингибиторов, применяемых в начале 3-го периода, — на интенсификацию накопления сухой биомассы в основном урожае.

Для реализации продукционного потенциала растения должны быть обеспечены полным комплексом факторов земледелия. Однако эффект от них возможен только в той мере, в какой они поддерживают основную функцию растений — фотосинтез и содействуют его осуществлению [9, 10].

Фотосинтез — единственный источник энергопластических веществ, необходимых для формирования урожая — является также продуцентом веществ гормонально-ингибиторной природы и сам может быть объектом гормональной регуляции, преимущественно через донорно-акцепторную взаимосвязь с ростом [6, 7].

Применение регуляторов роста в свекловодстве представляет несомненный научный и практический интерес, о чем свидетельствует непрекращающаяся деятельность исследователей в этом направлении [4, 8, 11, 12].

Многолетними исследованиями выявлен положительный эффект регуляторов роста растений, применяемых в критические фазы онтогенеза различных форм культурной свеклы и брюквы, в отношении продуктивности [1—3, 5]. Представляет интерес провести анализ работы фотосинтетического аппарата кормовой свеклы во взаимосвязи с процессом роста биомассы под воздействием регуляторов роста растений.

* Калужский филиал МСХА.

Методика

Экспериментальную работу проводили в 2000-2002 гг. в типичных условиях Нечерноземной зоны — на опытном поле Калужского филиала МСХА. Целью исследований являлось повышение урожайности и улучшение качества кормовой свеклы с помощью регуляторов роста растений.

Объектом исследований являлась свекла сорта Тимирязевская односемянная. Почва участка дерново-подзолистая супесчаная. Содержание гумуса — 1,5%, подвижного фосфора — 25, обменного калия — 12 мг на 100 г почвы, рН солевой вытяжки — 6,0.

Посев проводили 5 мая с нормой высева 400—600 тыс. клубочков на 1 га (или 6~9 кг/га). Лабораторная всхожесть 85%, ширина междурядий 70 см. Окончательная густота стояния 70 тыс. растений на 1 га. Технология возделывания общепринятая.

Повторность опыта 4-кратная, размещение вариантов рендомизированное, учетная площадь делянки 10 м². Схема опыта следующая:

1 — контроль — без обработки; 2 — крезацин (0,004%) — активация роста в начале 2-го периода; 3 — ник-

фан (0,001%) — активация роста в начале 2-го периода; 4 — 2,4-Д (0,004%) — торможение роста в начале 3-го периода; 5 — НУК (0,004%) — торможение роста в начале 3-го периода, где 2,4-Д — 2,4-дихлорфеноксисукусная кислота, НУК — нафтилуксусная кислота

Обработку проводили мелкодисперсным ручным опрыскивателем с расходом рабочего раствора, эквивалентным 200 л/га.

Наблюдения, учеты и анализы проведены по общепринятым методикам — ВИК и ВНИСС.

Продукционный процесс растений складывается и проходит под совокупным воздействием факторов внешней среды. Однако не только весь комплекс, но и отдельные факторы могут иметь решающее значение в реализации фотосинтетического и продукционного потенциала.

Особое значение в формировании урожая свеклы имеет фактор влагообеспеченности, тесно взаимосвязанный с температурным режимом. Усредненные данные по температурному режиму и режиму увлажнения за 2000-2002 гг. представлены в табл. 1.

Самая крупная положительная температурная аномалия отмечена

Т а б л и ц а 1

Температура (Т, °С) и осадки (R, мм) за май - сентябрь 2000-2002 гг. в сопоставлении со среднемноголетними данными (Опытное поле КФ МСХА)

Год	Показатель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Май – сентябрь
Ср. мн.	Т, °С	12,2	16,1	18,0	16,4	11,0	14,7
	R, мм	54	69	92	75	55	345
2000	Т, °С	10,1	14,8	18,4	16,6	9,5	13,9
	R, мм	22	128	71	62	82	365
2001	Т, °С	11,1	15,8	22,0	16,4	10,5	15,2
	R, мм	86	60	99	63	49	357
2002	Т, °С	12,4	16,7	17,7	16,9	11,4	15,0
	R, мм	25	53	27	5	95	205
2000–2003	Т, °С	11,2	15,8	19,4	16,3	10,5	14,7
	R, мм	44	80	66	43	75	308

в июле 2001 г. и составила 4°C. Температурная амплитуда между самым теплым месяцем — июль 2001 г. (22,0°C) и самым прохладным — сентябрь 2000 г. (9,5°C) составила 12,5°C. В среднем за годы исследований данный показатель равнялся 8,9°C, тогда как по среднемноголетним данным — 7,0°C. Это свидетельствует о весьма существенном нарастании фактора континентальности климата.

Среднее количество осадков за май - сентябрь в период исследований составило 308 мм, или 89% среднемноголетней нормы.

Засушливые периоды, причем и по дефициту осадков, и по повторяемости заметно доминировали в июле и августе, т. е. в период максимальных приростов биомассы и наибольшей потребности свеклы во влаге. Так, среднее количество осадков в июле составило 72%, а в августе — только 57% нормы. Повторяемость периодов с дефицитом осадков в июле и августе составила соответственно 67 и 100%.

Наиболее благоприятным по влагообеспеченности был сезон 2001 г., когда во 2-й период роста (июль-август) выпало 156 мм осадков, или 45% от суммы за сезон. Наиболее засушливым оказался сезон 2002 г., когда в июле-августе выпало всего 32 мм осадков, или 16% от суммы за сезон. В целом за май - сентябрь сумма осадков составила только 205 мм, или 59% от среднемноголетней нормы.

Таким образом, положительное влияние фактора теплообеспеченности усиливалось фактором увлажнения до июля только в 2001 г., а в 2000 и 2002 гг., наоборот, — ограничивалось недостаточным увлажнением (см. табл. 1).

Для кормовой свеклы, возделываемой на дерново-подзолистых су-

песчаных почвах, требуется соблюдение двух условий: внесение большого количества органических и минеральных удобрений, а также известкование; дерново-подзолистые супесчаные почвы должны быть сформированы на покровных суглинках, подстилающих их с глубины 0,5-0,7 м.

При таких условиях растения эффективнее и экономнее используют влагу в период дефицита осадков. Уборку можно проводить в более поздние сроки, корнеплоды легче выкапывать и очищать от почвы, они меньше травмируются даже в относительно влажных условиях.

Результаты исследований

Продукционный процесс растений и его регуляция в онтогенезе

Продукционный процесс растений совершается в онтогенетических циклах. И фотосинтез, и рост кормовой свеклы, интегрированные в продукционный процесс, обладают хорошо выраженной периодичностью. Наблюдения показывают, что периоды максимальной активности фотосинтеза и роста не совпадают. В 1-й период роста наиболее интенсивная фотосинтетическая работа ограничивается недостаточно быстрым ростом и незначительными размерами ассимиляционной поверхности, а во 2-й период, наоборот, максимальные приросты биомассы ограничиваются недостаточно интенсивным фотосинтезом. В 3-й период роста зависимость между фотосинтезом и ростом свеклы более сложная. Молодые листья выполняют не столько донорную, сколько акцепторную функцию, а корнеплоды становятся для них донорами отложенных в запас ассимилятов.

Регуляторы роста в некоторой степени оптимизируют количест-

венное соответствие между фотосинтезом и ростом с точки зрения формирования хозяйственного урожая.

В зависимости от этапа онтогенеза ведущая роль в формировании общего и хозяйственного урожая принадлежит либо размеру и мощности фотосинтетического аппарата, либо работе фотосинтетического аппарата.

Усредненные данные о фотосинтетической деятельности посевов кормовой свеклы и приросту биомассы в 2000-2002 гг. приведены в табл. 2.

Размер листовой поверхности.
Листовой аппарат представляет собой главный механизм взаимодействия растительного ценоза с внешней средой. Листовая поверхность развивается в строгом соответствии с ритмикой роста и развития, а также с производительной способностью внешней среды.

Для свеклы характерно, что недостаточно быстрый рост и незначительный размер площади листьев в первый период (обычно не более 3,0 тыс. м²/га) являются фактором, ограничивающим прирост

урожая растений, несмотря на максимально интенсивную фотосинтетическую работу (ЧПФ может достигать 9,0 г/м²-сут).

Во 2-й период в теплых влажных условиях в июле и августе листовая поверхность достигала 27,0 тыс. м²/га (2001 г, контрольный вариант), в условиях сильной засухи (2002 г.) — только 7,5 тыс.м²/га и в условиях средней засухи (2000 г.) — 16,1 тыс. м²/га. В условиях достаточного увлажнения во 2-й период листовая поверхность свеклы достигала максимального развития в конце августа, а в условиях дефицита влаги период наиболее быстрого ее прироста смещался с начала июля на более поздний срок — примерно на 3—4 недели. Максимального развития листовая поверхность достигала не в конце августа, а в середине сентября, когда поступление ФАР в посевы уже заметно снижалось. К тому же максимальный размер площади листьев в этом случае также уменьшался. Таким образом, посевы развивали ассимиляционный аппарат с меньшими возможностями для поглощения энергии ФАР на формирование урожая.

Таблица 2
Фотосинтетическая деятельность кормовой свеклы и прирост сухой биомассы растений, в среднем за 2000-2002 гг.

Показатель	Период роста	Вариант				
		1	2	3	4	5
Размер фотосинтетического аппарата						
Площадь листьев, тыс. м ² /га	2-й	16,9	19,8	17,3	16,8	16,9
	3-й	19,9	22,7	20,2	17,2	17,2
ФП, тыс.м ² · дней /га	2-й	1031	1208	1055	1025	1031
	3-й	796	908	808	688	688
Работа фотосинтетического аппарата						
ЧПФ, г/м ² · сут	2-й	3,16	2,94	3,11	3,19	3,18
	3-й	2,88	2,98	2,93	3,85	3,90
Суточный прирост АСВ, г/м ²	2-й	5,34	6,03	5,44	5,39	5,42
	3-й	5,73	6,45	5,85	6,58	6,63
Сбор АСВ, ц/га	2-й	32,6	35,5	32,8	32,7	32,8
	3-й	22,9	27,1	23,7	26,5	26,8
	Всего	55,5	62,6	56,5	59,2	59,6
КПД ФАР, %	Всего	0,81	0,93	0,82	0,87	0,86

Регуляторы роста оказывают влияние на развитие ассимиляционного аппарата свеклы. В посевах обработанных и необработанных растений, находящихся в одинаковых условиях, динамика нарастания площади листьев различная. Так, при обработке крезацином (0,004%) в начале 2-го периода роста в условиях достаточного увлажнения листовая поверхность в период максимального развития достигала 33,6 тыс.м²/га, что больше, чем в контроле, на 6,6 тыс.м²/га. В условиях сильной засухи площадь листьев возрастала весьма незначительно: с 7,5 до 7,6 тыс.м²/га.

Что касается ингибиторов роста, то они также оказывают воздействие на ассимиляционный аппарат. Это влияние можно разделить на две составляющие части: примерно в течение 2-3 недель уменьшение листовой поверхности в опытных вариантах происходит медленнее, чем в контроле; затем, наоборот, в опытных вариантах темпы уменьшения площади листьев опережают таковые в контроле, в результате к уборке площадь листьев обработанных растений уменьшается в зависимости от условий вегетации до 5,8 тыс.м²/га.

Такой процесс формирования ассимиляционного аппарата можно объяснить. Сначала при задержке роста молодых листьев вследствие ростовых корреляций несколько увеличивается жизнедеятельность зреловозрастных и стареющих листьев. Затем старые листья, как отработанный материал, в опытных вариантах отмирают интенсивнее, чем в контроле, а возобновившие рост молодые листья значительно уступают им в размере ассимиляционной поверхности.

В целом, под воздействием активаторов процесс формирования

фотосинтетического аппарата свеклы в большей степени соответствовал сезонному ходу изменения режима ФАР. В результате растения имели возможность поглощать больше энергии ФАР, поступающей в посевах, и лучшим образом использовать ее на фотосинтетическую работу. Так, КПД ФАР при активации роста раствором крезацина (0,004%) в начале 2-го периода роста в среднем за 2000 -2002 гг. составил 0,93%, тогда как при торможении роста раствором 2,4-Д (0,004%) в начале 3-го периода — 0,87%.

Мощность фотосинтетического аппарата. Мощность фотосинтетического аппарата характеризуется величиной фотосинтетического потенциала (ФП). В свою очередь, ФП характеризует возможность растений совершить фотосинтетическую работу.

И активация, и торможение роста оптимизировали величину ФП, однако по-разному: 1) при активации роста ФП наиболее продуктивных листьев (с 10-го по 25-й) возрастал в основном за счет ускорения образования новых листьев; 2) при торможении роста главным образом удлинялась продолжительность работы этой части ФП, хотя в целом величина ФП уменьшалась за счет ограничения роста молодых листьев, являющихся дополнительным аттрагирующим центром, конкурирующим с корнеплодом за фотоассимиляты в конце вегетации.

Растения разных вариантов имели различные фотосинтетические потенциалы (ФП), а значит, и неодинаковые возможности для накопления сухой массы урожая. Так, под воздействием крезацина (0,004%) в условиях достаточного увлажнения в июле - августе (2001 г.) ФП возрастал: во 2-й период с 1647 до 2049, а

в 3-й — с 613 до 808 тыс. м² • дней /га. Накопление содержания сухого вещества в этом случае увеличилось с 68,0 до 82,9 ц/га, или на 22%.

В 3-й период роста ФП под воздействием ингибиторов роста уменьшался в соответствии с ходом формирования листовой поверхности. Так, под влиянием 2,4-Д (0,004%) в теплых влажных условиях в конце вегетации (2002 г.) ФП уменьшался с 953 до 725 тыс. м² • дней /га. Прирост сухого вещества в этом случае увеличился: в 3-й период с 24,4 до 28,3 ц/га, или на 16%, а в целом за вегетацию — с 44,4 до 48,3 ц/га, или на 9%.

ФП — важный показатель, характеризующий возможность посевов совершить фотосинтетическую работу и положительно коррелирующий с величиной урожая ($r = 0,87$). Однако его недостаточно для оценки самой работы фотосинтетического аппарата.

Интенсивность работы фотосинтетического аппарата. Одним из важнейших показателей, характеризующих интенсивность работы фотосинтетического аппарата, является ЧПФ. Как показал анализ, показатель ЧПФ слабо коррелирует с величиной урожая свеклы, что согласуется с мнением других исследователей [7, 10]. При высокой интенсивности фотосинтетической работы могут быть сформированы и высокие, и низкие урожаи. В листьях свеклы может проходить активный фотосинтез как при достаточном, так и при недостаточном увлажнении. Однако во втором случае слаборазвитая листовая поверхность является фактором, ограничивающим масштабность фотосинтетической работы и как результат — общий прирост органического вещества.

Величина ЧПФ находится в противоречии с размером листовой поверхности. Отрицательная корреляция ЧПФ с площадью листьев является серьезной проблемой эффективного и быстрого повышения общей производительности фотосинтеза свеклы в периоды максимальных темпов прироста листовой поверхности.

Наблюдения показали, что сильное увеличение показателя ЧПФ происходит в двух случаях: 1) при нарастании дефицита увлажнения; 2) при торможении роста в начале 3-го периода.

Следует отметить, что в обоих случаях увеличение ЧПФ происходит на фоне либо недостаточно сформированного размера листовой поверхности, либо в условиях потери растением значительной части ассимиляционного аппарата.

Ингибиторы роста, применяемые в начале 3-го периода, в значительно большей степени, чем активаторы, применяемые в начале 2-го периода, способствовали увеличению значения ЧПФ. Так, в 2002 г. под воздействием 2,4-Д (0,004%) величина ЧПФ возрастала с 2,56 до 3,82 г/м²-сут, или на 49%. Однако общее накопление сухого вещества в 3-й период возросло в относительно меньшей степени — с 24,4 до 28,3 ц/га, или на 16%, а в целом за вегетацию — с 44,4 до 48,3 ц/га, или на 9%.

При активации роста раствором крезацина (0,004%) уровень ЧПФ в большинстве случаев несколько снижался в сравнении с контролем. В то же время наблюдения за изменением ЧПФ в зависимости от изменения площади листьев показали, что при активации роста устойчивость данного показателя с увеличением листовой поверхности все же воз-

растает, что дает возможность более эффективно и производительно увеличивать в посевах размер фотосинтетического аппарата.

Оценивая фотосинтетическую деятельность свеклы, можно отметить следующее: 1 — размеры листовой поверхности и фотосинтетического потенциала по сравнению с интенсивностью работы фотосинтетического аппарата являются более мощным фактором усиления продукционного процесса свеклы; 2 — действие активаторов роста, применяемых в начале 2-го периода, в основном направлено на прирост биомассы за счет саморазвития ассимиляционного аппарата, а ингибиторов, применяемых в начале 3-го периода, — на

усиление отложения в запас продуктов фотосинтеза.

Продуктивность, качество и структура урожайности

Урожай корнеплодов является результатом хозяйственной направленности процессов фотосинтеза и роста и под воздействием регуляторов роста может изменяться. По вызываемому эффекту активация роста являлась более эффективной в отношении продуктивности (урожай корнеплодов и сбор сухого вещества), а торможение — в отношении содержания сухого вещества, главного показателя качества, и хозяйственной направленности урожая.

Таблица 3

Продуктивность и качество кормовой свеклы в зависимости от действия регуляторов роста растений, 2000-2002 гг.

Вариант	Год	Урожай корнеплодов, ц/га	% к контролю	$K_{хоз}$	Содержание АСВ, %	Сбор АСВ, ц/га	% к контролю
1	2000	324	100	0,84	14,1	45,7	100
	2001	406	100	0,86	14,4	58,5	100
	2002	266	100	0,79	13,2	35,1	100
	Среднее	332	100	0,83	13,9	46,4	100
2	2000	352	109	0,83	14,2	50,1	110
	2001	483	119	0,84	14,4	69,6	119
	2002	272	102	0,70	13,1	35,6	101
	Среднее	369	111	0,82	13,9	51,8	111
3	2000	311	96	0,82	14,2	44,2	97
	2001	409	101	0,83	14,5	59,3	101
	2002	261	98	0,78	14,3	34,7	99
	Среднее	327	99	0,81	14,0	46,1	99
4	2000	346	107	0,86	14,4	49,8	109
	2001	428	105	0,88	14,6	62,4	107
	2002	282	106	0,81	13,9	39,2	112
	Среднее	352	106	0,85	14,3	50,5	109
5	2000	350	108	0,85	14,3	50,1	110
	2001	421	104	0,87	14,6	61,5	105
	2002	276	104	0,80	13,6	37,5	107
	Среднее	349	105	0,84	14,0	49,7	107
НСР ₀₅	2000	27	8,3	—	—	3,9	8,6
	2001	63	15,5	—	—	9,4	16,1
	2002	—	—	—	—	2,4	6,7
	Среднее	34	10,2	—	—	4,9	10,6

Как видно из табл. 3, под влиянием крезацина (0,004%) урожайность корнеплодов в среднем за 2000-2002 гг. существенно возросла с 332 до 369 ц/га, а сбор сухого вещества — с 46,4 до 51,8 ц/га, или на 11%.

В условиях сильной продолжительной засухи в июле - августе (2002 г.) существенная прибавка получена только по сбору сухого вещества под влиянием 2,4-Д (0,004%) и НУК (0,004%) — 4,1 ц/га, или 12% и 2,4 ц/га, или 7% соответственно, чему способствовало обильное увлажнение на фоне несколько повышенных температур в сентябре.

Примерно 65% биомассы в нормальных условиях вегетации формируется во 2-й период роста, поэтому активация роста в отношении продуктивности является более эффективной, чем торможение.

При торможении роста раствором 2,4-Д (0,004%) содержание сухого вещества возросло с 13,9 до 14,3%, а коэффициент K_{x03} — с 0,83 до 0,85. Сбор сухого вещества увеличился на 8%, но -урожаю корнеплодов выявлена тенденция к увеличению. Кормовая свекла обладает высоким коэффициентом K_{x03} — до 0,85. Хозяйственный урожай составляет основную часть биологического. Это значит, что ростовые и формообразовательные процессы обеспечивают очень интенсивное использование фотоассимилятов на рост запасующих органов, создавая тем самым большую нагрузку на листья и высокую активность их фотосинтетической работы.

Коэффициент K_{x03} формируется к концу вегетации и главным образом зависит от направленности работы фотосинтетического аппарата в 3-й период роста. Поэтому торможение роста в отношении K_{x03} является более эффективным, чем активация.

Как показывает анализ, активаторы по вызываемому эффекту являются аналогами теплых влажных условий, усиливающих рост, а ингибиторы — аналогами либо засушливых, либо прохладных условий, замедляющих ростовые процессы. В отношении действия регуляторов роста можно предположить следующее.

Регуляторы роста проявляют свое действие в соответствии с ритмикой роста и развития растений и производительной способностью внешней среды: в начале 2-го периода — усиливают рост биомассы, а в начале 3-го периода — ускоряют завершение вегетации.

Активаторы в достаточно влажных условиях в период интенсивного роста в какой-то мере компенсируют недостаток тепла, как энергетического фактора, а в засушливых условиях — замедляют транспирацию и обмен веществ.

Ингибиторы в теплых влажных условиях в конце вегетации либо вызывают эффект водного стресса за счет снижения транспирации, либо замедляют обмен веществ, что аналогично также воздействию пониженных температур.

Закключение

Усиление роста кормовой свеклы в начале 2-го периода создает более мощные аттрагирующие центры — листья и корнеплоды. Чем лучше развиты центры, аттрагирующие ассимиляты, тем эффективнее фотосинтезирующий лист освобождается от них, что служит необходимым условием более интенсивного фотосинтеза.

Торможение роста в начале 3-го периода ограничивает новообразование и рост молодых листьев, являющихся дополнительным аттрагирующим центром, конкурирующим с корнеплодом за фотоассимиляты. С точки зрения донорно-акцепторных отношений функция этих листьев в условиях затухания фотосин-

теза — акцепторная. Поэтому ослабление их роста эквивалентно усилению роста корнеплода, т. е. повышению хозяйственной направленности фотосинтеза.

Таким образом, применение активаторов и ингибиторов роста в зависимости от этапа онтогенеза и применяемого регулятора оптимизирует взаимоотношения между фотосинтезом и ростом, что в целом усиливает продукционный процесс кормовой свеклы.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Аладин С.А.* Урожайность, химический состав и семенная продуктивность брюквы при использовании физиологически активных соединений. Автореф. канд. дисс. М., 1985. — 2. *Архангельский Н.С., Архангельская З.М.* Приемы, повышающие продуктивность свеклы и устойчивость ее к болезням // Изв. ТСХА, 1978. Вып. 6. С. 10-115. — 3. *Архангельский Н.С., Кострикин 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. — 4. *Бондаренко Ю.А., Палатина Л.М.* Регуляторы роста растений и продуктивность безвысадочных семенников // Сахарная свекла, 1995. № 4. — 5. *Бон-*

дарь В.И., Архангельский Н.С., Иванюшкин А.Г. Продуктивность, качество и сохраняемость кормовой свеклы при регуляции онтогенеза // Изв. ТСХА, 2000. Вып. 3. С. 23-32. — 6. *Кефгли В.И.* Гормональные аспекты взаимодействия роста и фотосинтеза // Ничипорович А.А. Фотосинтез и продукционный процесс. М.: Наука, 1988. С. 153-163. — 7. *Мокроносов А.Т.* Взаимосвязь фотосинтеза и функций роста / Ничипорович А.А. Фотосинтез и продукционный процесс. М.: Наука, 1988. С. 109-120. — 8. *Наливайко С.Е., Селезнев А.М., Слесарева Р.Ф.* Что дают свекле регуляторы роста // Сахарная свекла, 1999. № 6. С. 16-17. — 9. *Ничипорович А.А.* Фотосинтез и теория получения высоких урожаев. XV Тимирязевское чтение. М.: Изд-во АН СССР, 1956. — 10. *Ничипорович А.А.* Фотосинтетическая деятельность растений как основа их продуктивности в биосфере и земледелии / Ничипорович А.А. Фотосинтез и продукционный процесс. М.: Наука, 1988. С. 5-28. — 11. *Пономаренко С.П., Сакало В.Д., Курчий В.М.* Регуляторы роста растений и повышение продуктивности // Сахарная свекла, 2000. № 3. С. 13-14. — 12. *Хмельницкий А.А., Шаповалов Н.К., Авилов С.А.* Влияние ФАВ на продуктивность // Сахарная свекла, 1994. № 4.

*Статья поступила
8 декабря 2004 г.*

SUMMARY

It has been estimated the fodder beet photosynthetic activity and productivity when plant growth regulators are used. It has been shown that Unit Leaf Rate (ULR) is characterized with high stability under the different humidity conditions. Leaf Area Duration (LAD) of plants is sufficiently variable and forms according environment productive capacity.

High stability of Net Assimilation Rate (NAR) permits to increase Leaf Area Index (LAI) more effectively and more productively using plant growth regulators.

Plant growth regulators used at the beginning of the second growth period increase Crop Growth Rate (CGR). Plant growth regulators used at the beginning of the third growth period increase root yield weight ratio.