

УДК 633.415:631.543

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЯ И КАЧЕСТВО УБОРКИ КОРМОВОЙ СВЕКЛЫ ПРИ РАЗНОЙ ГУСТОТЕ СТОЯНИЯ РАСТЕНИЙ

В. Г. СЫЧЕВ, И. П. ФИРСОВ

(Кафедра растениеводства)

При разработке технологий возделывания кормовой свеклы и механизации ее уборки следует исходить из научно обоснованных параметров посева. При разработке средств механизации уборки очень важны, например, такие показатели, как высота надземной части корнеплодов и ее варьирование, сила связи корнеплодов с почвой, их отклонение от осевой линии рядка.

Имеются данные, что в посевах кормовой свеклы только 10—11 % корнеплодов располагаются точно по центру рядка, остальные могут отклоняться на 10—14 см в ту и другую сторону, что приводит к большим потерям и повреждениям корнеплодов при уборке [4].

При обрезке ботвы на корнеплодах допускается оставлять черешки длиной не более 2—5 см, чтобы свекла хорошо хранилась в зимний период [5]. Выполнить это условие очень сложно из-за достаточно больших колебаний высоты головок корнеплодов (до 25 см). Установка ботвоуборочной машины по самому высокому уровню головок приводит к увеличению ботвы на корнях [3]. Следует также учитывать, что корнеплоды типичной кормовой свеклы погружены в почву неглубоко и вследствие этого малоустойчивы в горизонтальной плоскости.

Некоторые авторы указывают на изменение формирования розетки листьев и корнеплодов с изменением площади питания [6]. Определением оптимальной густоты стояния кормовых корнеплодов занимались многие ученые, причем в основном они исследовали влияние данного показателя на урожай и качество продукции. Сведений о действии площади питания на качество механизированной уборки в литературе практически нет. В связи с этим мы изучали особенности формирования растений в посевах при разных площадях питания и влияние последних на качество механизированной уборки кормовых корнеплодов.

Материал и методика

Работа проводилась в 1981—1982 гг. на Опытной станции полеводства и льноводства ТСХА. Почва опытного участка дерново-подзолистая, содержание гумуса 2,3 %.

Варианты опыта различались по густоте стояния растений: 40, 80 (контроль), 120 и 160 тыс. на 1 га. Ширина междурядий 60 см. Для исследований были взяты сорт Эккендорфская желтая и гибрид кормовой свеклы полусахарного типа Тимирязевский 12. Предшественник — ранний картофель.

Метеорологические условия в указанные годы резко различались как по количеству выпавших осадков за период вегетации и их распределению по месяцам, так и по средним месячным температурам воздуха.

Агротехника возделывания свеклы на опытном участке была общепринятой для хозяйств Московской области.

Опыт заложен методом расщепленных делянок, повторность 4-кратная. Площадь опытной делянки 1, 2 и 3-го порядков соответственно 200, 100 и 25 м².

Содержание водорастворимых сухих веществ в корнеплодах определяли при помощи лабораторного рефрактометра, содержание общих сухих веществ — высушиванием до постоянной массы при температуре 105°. Силу связи корнеплода с почвой (в горизонтальной плоскости) измеряли динамометром, изготовленным нами на базе плотномера Ревякина, у 50 растений в варианте. Параллельно каждый корнеплод взвешивали, измеряли диаметр, общую длину корня, а также длину подземной и надземной его частей для расчета процента погруженности в почву.

Перед уборкой определяли влажность почвы в слое 0—10 см и отклонение корнеплодов от осевой линии рядка.

Срез ботвы производили по шнуру, натянутому на заданной высоте от уровня почвы, при этом имитировалось скашивание ботвы машинами, не копирующими высоту головок корнеплодов.

Убирали свеклу вручную сплошным методом. Результаты исследований статистически обрабатывали по методике, изложенной Б. А. Доспеховым [2].

Результаты исследований и их обсуждение

В начальный период густота стояния не влияла на рост и развитие растений. Появление всходов и наступление последующих фаз до смыкания листьев в ряду были одинаковыми во всех вариантах, но у гибрида Тимирязевский 12 всходы появились несколько позднее.

Сроки смыкания листьев в ряду зависели от расстояния между растениями. Так, при 160 тыс. растений на 1 га эта фаза наступила уже в период образования 6—7 листьев, а при 40 тыс. растений — на месяц позднее.

После смыкания листьев в ряду рост и развитие свеклы во многом определялись площадью питания. В загущенных вариантах (120—160 тыс. шт/га) растения раньше начали затенять друг друга и поэтому отставали в росте. Листья были мельче и располагались под большим углом к поверхности почвы, в связи с чем их смыкание в этих вариантах наблюдалось несколько позднее, чем в вариантах 40 и 80 тыс. шт/га, хотя общая листовая поверхность была больше (табл. 1).

Максимальная площадь листьев в вариантах 40 и 80 тыс. шт/га отмечалась в первой декаде августа, а в вариантах 120 и 160 тыс. шт/га — только в начале сентября.

С уменьшением площади питания снижались и масса растений, и масса ботвы на одно растение, но не в равной мере: при увеличении количества растений на единице площади в 4 раза масса ботвы уменьшалась примерно в 2 раза. Значительно увеличивалось соотношение масс ботвы и корнеплода как у кормового сорта Экендорфская желтая, так и у полусахарного гибрида Тимирязевский 12.

Т а б л и ц а 1

Надземная часть свеклы к уборке при разной густоте стояния в 1981г. (числитель)
и 1982 г. (знаменатель)

Густота стояния, тыс. шт/га	На одно растение						Площадь листовой поверхности		Масса 1 м ² лис- товых пласти- нок, г
	ботвы		листных плас- тинок		черешков		на одно растение, см ²	на 1 га тыс. м ²	
	г	% к массе корня	г	% к мас- се ботвы	г	% к мас- се ботвы			
Экендорфская желтая									
40	159	10	67	42	92	58	2025	8,1	331
	490	31	216	44	247	56	6228	24,9	347
80	95	11	34	36	61	64	1151	9,2	295
	348	42	118	34	230	66	3747	30,1	315
120	83	14	24	29	59	71	848	10,2	283
	253	45	80	32	173	68	2629	31,5	304
160	74	18	21	28	53	72	807	12,9	260
	228	55	73	32	155	68	2662	42,6	274
Тимирязевский 12									
40	308	25	102	33	206	67	2941	11,8	347
	543	48	201	37	342	63	5624	22,5	357
80	174	27	56	32	118	68	1720	13,8	326
	368	62	132	36	236	64	3826	30,6	345
120	133	30	40	30	93	70	1270	15,2	315
	314	79	107	34	207	66	3269	39,2	327
160	128	39	38	30	90	70	1309	20,9	290
	288	39	97	34	191	66	3100	49,6	310

Формирование корнеплодов при разной густоте стояния кормовой (числителе) и полусахарной свеклы (в знаменателе)

Густота стояния, тыс. шт/га	Средняя масса корня, г	Диаметр корня, см	Средняя высота головки, см	Максимальная высота головки, см	Погруженность корня в почву, %	Усилия, необходимые для выворачивания корнеплода, кг	
						1981	1982
40	1620	12,0	13,1	23	47	6,0	10,0
	1189	12,0	7,3	12	—	—	—
80	844	9,5	9,8	18	51	7,6	12,0
	618	9,9	4,2	10	—	—	—
120	578	8,6	7,9	14	54	9,4	14,5
	418	8,1	1,2	7	—	—	—
160	410	8,2	6,8	12	57	10,6	16,5
	321	7,0	0,6	5	—	—	—

Примечание. Абсолютная влажность почвы в момент уборки в слое 0—10 см в 1981 г. — 17,1—17,5 %, в 1982 г. — 12,3—12,6 %.

При меньших площадях питания у сорта Эккендорфская желтая значительно снижался процент листовых пластинок и увеличивалась доля черешков в общей массе ботвы; это отмечалось и у гибрида Тимирязевский 12, но в меньшей степени (соответственно на 12—14 и 3 %). Однако при густоте стояния более 120 тыс. растений на 1 га данные показатели стабилизировались.

С загущением черешки листьев располагались под большим углом к поверхности почвы, и, несмотря на более мелкие листья, общая высота растений оставалась примерно на одном уровне.

К моменту уборки у гибрида Тимирязевский 12 соотношение ботвы и корнеплодов было выше, чем у Эккендорфской желтой. В загущенных посевах оно соответствовало примерно 1 : 1 и 1 : 2 в условиях более характерного для Московской области 1982 г. В оба года исследований гибрид Тимирязевский 12 формировал значительно большую листовую поверхность как в расчете на растение, так и в пересчете на 1 га.

С ростом густоты стояния площадь листьев уменьшалась не пропорционально количеству растений. Так, у сорта Эккендорфская желтая при увеличении первого показателя в 4 раза последний снижался в 3 раза, у гибрида Тимирязевский 12 — в 2 раза. Суммарная листовая поверхность поэтому с загущением значительно возрастала.

В более густых посевах на растениях формировалось меньше листьев: в середине вегетации у сорта Эккендорфская желтая в варианте 40 тыс. растений было по 17—19 листьев, в варианте 160 тыс. — 12—13 шт.; у гибрида Тимирязевский 12 при общей меньшей облиственности наблюдалась аналогичная закономерность.

Таблица 3

Распределение головок корнеплодов кормовой свеклы относительно линии рядка (%) в среднем за 1981—1982 гг.

Густота стояния, тыс. шт/га	По центру рядка	Отклонения от центра рядка, см			
		1—2	3—5	6—9	10—14
40	23,5	29,0	26,5	15,5	5,5
80	28,0	36,0	28,0	6,5	1,5
120	57,5	29,0	12,5	1,0	—
160	75,0	15,0	9,5	0,5	—

Фракционный состав корнеплодов (% в среднем за 1981—1982 гг.)
при разной густоте стояния растений кормовой (с числителя)
и полусахарной свеклы (в знаменателе)

Густота стояния, тыс. шт/га	Фракция корнеплодов, г								
	100	101— 200	201— 400	401— 800	801— 1200	1201— 1500	1501— 2000	2001— 2500	2501— 3000
40	—	—	—	3,5	15,0	29,5	30,0	19,0	3,0
			2,0	12,0	27,0	29,5	20,5	8,0	1,0
80	—	2,0	12,0	36,0	33,0	12,0	4,0	1,0	—
	2,0	5,5	11,5	60,0	19,0	2,0	—	—	—
120	1,5	6,5	24,0	48,0	17,0	3,0	—	—	—
	7,0	12,5	31,5	40,0	9,0	—	—	—	—
160	4,5	11,5	33,0	40,5	10,5	—	—	—	—
	15,0	22,5	33,0	27,5	2,0	—	—	—	—

На развитие ботвы большое влияние оказывали условия года. В засушливом 1981 г. к моменту уборки масса ботвы на одно растение была значительно меньше, чем в 1982 г. Гибрид Тимирязевский 12 можно считать более засухоустойчивым, так как в условиях засухи масса ботвы у него снизилась только вдвое. В умеренно влажном 1982 г. сорт и гибрид к уборке мало различались по этому показателю.

У сорта Эккендорфская желтая в 1981 г. в варианте 40 тыс. шт/га масса ботвы была в 10 раз меньше массы корнеплода, а при максимальном загущении — только в 5 раз, на следующий год она составляла соответственно 30 и 50 % массы корня.

С загущением уменьшалась масса единицы площади листовой поверхности и, следовательно, толщина листовых пластинок.

При изменении площади питания свеклы наблюдались и некоторые морфологические изменения корнеплода, формирование которого в меньшей степени зависело от погодных условий, чем формирование ботвы (табл. 2).

Масса корнеплода обоих сортов при увеличении количества растений на единице площади в 4 раза уменьшилась тоже примерно в 4 раза.

Более крупные растения обычно больше выступали над поверхностью почвы. Так, в варианте 160 тыс. шт/га у сорта Эккендорфская желтая в среднем высота головки над поверхностью почвы была вдвое меньше, чем в варианте с минимальной густотой стояния. Однако при уборке ботвы машиной, не копирующей уровень головок корнеплода, важна не сама их высота, а варьирование этого показателя. Отклонение от средней высоты на 1—2 см считается допустимым. В вариантах с густотой стояния 120 и 160 тыс. шт/га у сорта Эккендорфская желтая на корнеплоды, удовлетворяющие такому требованию, приходилось соответственно 79 и 82 %, в вариантах с меньшей густотой стояния отмечался больший разброс головок корнеплодов по высоте. У Тимирязевского 12 при загущении головки практически не выступали над поверхностью почвы, а в вариантах с густотой стояния 40 и 80 тыс. шт/га колебания их высоты корнеплодов были довольно значительными.

При загущении корнеплоды в большей степени были погружены в почву, поэтому они более устойчивы при воздействии на них в горизонтальной плоскости в процессе уборки ботвы. На этот показатель сильно влияет и физическое состояние почвы, особенно влажность. В условиях 1982 г., когда влажность почвы в момент уборки была невысокой, для извлечения корнеплода требовались большие усилия, чем в 1981 г.

Изучение влияния площади питания на другой важный для механизированной уборки показатель — расположение корнеплодов относительно осевой линии ряда показало, что с загущением посевов значительно возрастает процент растений, стоящих точно по этой линии или

Качество уборки ботвы при разной густоте стояния растений сорта Эккендорфская желтая (в числителе) и Тимирязевский 12 (в знаменателе) в среднем за 1981—1982 гг.

Густота стояния, тыс. шт/га	Срез черешков в среднем на 5 см			Срез черешков 5 см на самых высоких растениях			
	повреждено корнеплодов, %	осталось черешков на корнях, %		длина черешков, оставшихся на корнях, см		осталось черешков на корнях, %	
		к массе корнеплода	с массе ботвы	средняя	максимальная	к массе корней	к массе ботвы
40	31,0	0,8	4,0	12,4	19	7,8	48,0
	23,0	2,9	9,8	7,9	13	10,8	33,0
80	26,0	1,0	4,5	10,2	17	9,9	53,0
	17,0	3,9	11,2	9,4	14	15,2	44,0
120	5,0	2,8	9,8	9,0	14	10,8	50,0
	1,5	6,6	15,0	9,5	10	17,6	44,0
160	1,0	4,5	14,1	9,4	12	11,4	45,0
	0,5	7,6	13,5	7,2	8	15,3	30,0

размещающихся с минимальными отклонениями от него. Так, в вариантах 120 и 160 тыс. шт/га таких растений было 87 и 90 %, в вариантах 40 и 80 тыс. шт/га — 52 и 64 %. В последнем случае 8—21 % растений отстояли на 6—14 см от центра ряда, что отрицательно сказалось на качестве механизированной уборки свеклы (табл. 3).

Выявлено значительное варьирование корнеплодов кормовой и полусахарной свеклы по массе (табл. 4), причем оно уменьшалось с повышением густоты стояния и соответственно снижением средней массы. Основную массу корнеплодов сорта Эккендорфская желтая в вариантах 120 и 160 тыс. шт/га составляла фракция от 200 до 1200 г, тогда как в вариантах 40 и 80 тыс. шт/га наблюдался разброс значений этого показателя от 400 до 2500 г.

В самых загущенных вариантах у Эккендорфской желтой на корнеплоды массой до 100 г приходилось 4,5 % их общего количества и 0,8 % их общей массы, у гибрида Тимирязевский 12 — соответственно 15 и 1,5 %.

Все исследуемые параметры, изменяющиеся с изменением густоты стояния, заметно влияли на качество уборки ботвы.

Так, в разреженных посевах (40 и 80 тыс. шт/га) при срезе ботвы на уровне максимум 5 см от головки было повреждено 26—31 % корнеплодов. В вариантах с загущенными посевами корнеплоды повреждались меньше, но содержание ботвы в общей массе было несколько выше (табл. 5).

Срез ботвы по уровню самых высоких корнеплодов исключает повреждения, но в этом случае увеличивается процент ботвы, оставшейся на корнях: теряется более половины урожая ботвы.

Урожай корнеплодов кормовой и полусахарной свеклы в среднем по вариантам опыта за 2 года составил соответственно 668 и 496 ц/га.

Полусахарный гибрид Тимирязевский 12 формирует значительно бóльшую надземную массу. По урожаю ботвы он превзошел кормовой сорт в 1981 г. на 74 % и в 1982 г. — на 18 %.

Приведенные данные свидетельствуют о большой зависимости урожая ботвы от погодных условий.

Влияние густоты стояния на урожай корнеплодов во многом определяется уровнем почвенного плодородия. По данным И. И. Синягина [6], урожай корнеплодов увеличивается с повышением уровня питания при загущении до 200 тыс. растений на 1 га.

**Продуктивность кормовой и полусахарной свеклы при разной
густоте стояния в 1981 г. (в числителе) и в 1982 г. (в знаменателе)**

Показатель	Эккендорфская желтая				Тимирязевский 12			
	густота стояния, тыс. шт/га							
	40	80	120	160	40	80	120	160
Корнеплоды, ц/га	656	682	718	655	497	518	528	532
	640	668	668	659	454	471	475	496
Ботва, ц/га	64	76	100	118	123	139	160	205
	196	278	304	365	217	295	377	458
Водорастворимые сухие вещества:								
в корнеплодах, %	9,06	9,81	10,18	10,60	14,02	15,12	16,50	17,00
	8,42	9,25	9,80	10,15	14,00	14,92	15,87	16,70
ц/га	59,4	66,9	73,1	69,4	69,7	78,3	87,1	90,4
	53,9	61,8	65,5	66,9	63,6	70,3	75,4	82,8
Общие сухие вещества:								
в корнеплодах, %	11,00	11,88	12,26	12,59	16,12	17,30	18,41	19,14
	10,37	11,21	11,73	12,20	15,94	17,00	17,90	18,51
ц/га	72,2	81,9	88,0	82,5	80,1	89,6	97,2	101,8
	66,4	74,9	78,4	80,4	72,4	80,1	85,0	91,8

НСР₀₅ для сортов по корнеплодам соответственно 52 и 22 га; ботве — 12 и 13; сухим веществам — 3,2 и 3,7 ц/га.

НСР₀₅ по густоте стояния — соответственно 40 и 28; 10 и 13; 6,2 и 3,6 ц/га.

В условиях нашего опыта (при плановом урожае корнеплодов 600—700 ц/га) изменение густоты стояния от 40 до 160 тыс. шт/га не вызывало повышения урожая корней, но с загущением значительно увеличивался сбор ботвы.

По сорту Эккендорфская желтая в вариантах 120 и 160 тыс. шт/га и 1981 г. урожай ботвы был соответственно на 13 и 55 % выше, чем в контроле (80 тыс. шт/га), в 1982 г. — на 9 и 31 %, у Тимирязевского 12 — соответственно на 15 и 47 % в 1981 г. и на 28 и 55 % в 1982 г. Снижение густоты стояния и сорта, и гибрида до 40 тыс. шт/га приводило к уменьшению сбора ботвы по сравнению с контролем.

С увеличением густоты стояния растений отмечено значительное повышение содержания водорастворимых и общих сухих веществ в корнеплодах. В результате сбор их у сорта Эккендорфская желтая увеличился на 4—6 %, у гибрида Тимирязевский 12 — на 7—13 %.

В корнях гибрида Тимирязевский 12 в среднем за 2 года исследований содержалось на 6 % больше сухих веществ, чем у сорта Эккендорфская желтая. Это позволило при меньшем урожае гибрида получить больше сухих веществ с 1 га (на 12 %).

Заключение

Для обеспечения более качественной уборки ботвы необходимо загущать посевы кормовой свеклы до 120 тыс. растений на 1 га и более (при урожае корней 600—700 ц/га). При этом увеличиваются урожай ботвы, сбор сухих веществ, снижается поврежденность корнеплодов при уборке и на корнеплодах остается оптимальное для хранения количество черешков (по массе). При выращивании полусахарного гибрида Тимирязевский 12 сбор сухих веществ был в среднем за 2 года на 12 % выше, чем в посевах кормового сорта Эккендорфская желтая, при меньшем урожае корнеплодов.

В Центральном районе Нечерноземной зоны РСФСР гибрид Тимирязевский 12 в загущенном посеве можно убирать, используя про-

грессивную технологию, разработанную для сахарной свеклы, что способствует получению более дешевого корма.

ЛИТЕРАТУРА

1. Буренин В. Н., Пивоваров Н. С. Новое в возделывании кормовых корнеплодов. Л.: Лениздат, 1977. — 2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979. — 3. Киреев В. Н., Петров А. В., Мельникова М. А., Дергунов И. С. Кормовые корнеплоды. М.: Колос, 1975. — 4. Нестеров Н. Н. Механизация возделывания кормовых корнеплодов. Иркутск, 1975. — 5. Рекомендации по возделыванию кормовых корнеплодов. М.: Колос, 1970. — 6. Синягин И. И. Площадь питания растений. М.: Россельхозиздат, 1975.

Статья поступила 14 февраля 1983 г

SUMMARY

The influence of thickness of plant stands on the yield and harvesting quality of fodder beet Ekkendorf yellow and half-sugar hybrid Timiriazevsky 12 was studied at the Timiriazev Agricultural Academy Experiment Station of Crop Farming and Flax Growing in 1981—1982.

It is found that in the thickened croppings of fodder beet (120—160 thousand plants per ha) the height of root crop heads was more uniform which facilitates harvesting.

Under thickened croppings the yield of haulm and dry matter content increase. The amount of peduncles remained on root crops after harvesting haulm, corresponds to the rules of storage. The dry matter yield in half-sugar hybrid Timiriazevsky 12 is 12 per cent higher than in Ekkendorf yellow.

The Timiriazevsky 12 hybrid of the thickened croppings in the Central district of the Non-chernozem zone can be harvested with the use of progressive technique, as well as sugar beet, which contributes to lower cost of fodder.