

УДК 633.63:581

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ СРОКОВ ПОСЕВА КОРМОВОЙ СВЕКЛЫ В УСЛОВИЯХ КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ

В.И. БОНДАРЬ

(Калужский филиал РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева)

В работе приведен статистический анализ и тенденции агрометеорологических условий. Изучено влияние различных сроков посева на основные показатели продукционного процесса растений кормовой свеклы при изменении погодно-климатических условий в сторону потепления на территории Калужской области.

Ключевые слова: потепление климата, кормовая свекла, продукционный процесс растений, площадь листьев, фотосинтетический потенциал, чистая продуктивность фотосинтеза, хозяйственный урожай, содержание сухого вещества, сроки сева.

В связи с изменением климата перед современной цивилизацией стоит глобальная проблема адаптации растениеводства к новым погодным условиям [3, 5]. В соответствии с Климатической доктриной Российской Федерации, утвержденной в 2009 г., для снижения потерь и использования преимуществ, связанных с происходящими изменениями климата, в Нечерноземной зоне Европейской территории России стратегически важно расширение посевов более теплолюбивых, позднеспелых и урожайных культур, в частности свекле, которой придается особое значение [1].

Среди последствий, вызванных изменением климата, можно отметить следующие: дополнительные ресурсы тепла, удлинение вегетационного периода, изменение темпов развития растений, смещение сроков прохождения фенологических фаз, а значит, и сроков сева и уборки, замедление и приостановку физиологических процессов в экстремально жарких, стрессовых условиях [4].

Поскольку своевременное и дружное прорастание является исходным пунктом вегетации и продукционного процесса растений, то необходимость уточнения сроков сева свеклы в соответствии с новым термическим режимом не вызывает сомнения.

У исследователей нет единого мнения о сроках сева, при которых складываются оптимальные условия для появления всходов кормовой свеклы и последующего развития растений. При ранних сроках сева и температуре 3-5 °С отмечаются медленное прорастание семян и появление недружных ослабленных всходов, полностью используются возможности вегетационного периода, а при поздних сроках и темпе-

ратуре 12-15 °С наблюдается быстрое и дружное появление всходов, но укорачивается период вегетации [2, 6].

Каждый из способов имеет свои преимущества и недостатки, поэтому необходимость выяснения этого вопроса, особенно в связи с изменением климата, весьма важны. Система возделывания свеклы, разработанная для прежних условий, и ее применение в настоящее время в новых погодно-климатических условиях требует последовательного пересмотра.

Объекты и методы исследования

Экспериментальная работа проведена на опытном поле Калужского филиала РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева в 2004-2007 гг. Почва опытного участка дерново-подзолистая супесчаная малогумусная слабокислая с глубиной пахотного слоя 20-25 см.

Объект исследований — кормовая свекла сорта Тимирязевская односемянная. Повторность опыта — четырехкратная, размещение вариантов рендомизированное, учетная площадь делянок 10-20 м². Севооборот пятипольный, предшественник — озимая пшеница, идущая по многолетним травам.

Норма высева 400-600 тыс. клубочков на 1 га (6-9 кг/га при M_{100||} 15 г) при лабораторной всхожести 85%. Ширина междурядий 70 см. Ориентировочная густота стояния 70 тыс. растений на 1 га. Технология возделывания общепринятая. Удобрения N₁₄₀P₁₀₀K₁₄₀ вносили из расчета на планируемую урожайность 400 ц/га.

Уборка проводилась вручную 11 октября. Метод учета урожая сплошной.

Схема опыта включала 5 вариантов: 1-27 апреля — 1-й срок; 2-4 мая — 2-й срок; 3-11 мая — 3-й срок; 4-18 мая — 4-й срок; 5-25 мая — 5-й срок.

Результаты и их обсуждение

Тенденция изменения погодных условий. Анализ средних значений основных метеофакторов — температуры и осадков, а также и их производных показателей (суммы активных температур и ГТК) — указывает на явную тенденцию изменения погодно-климатических условий в сторону потепления (табл. 1).

Статистический анализ метеозаписей свидетельствует об очень незначительной изменчивости температурного режима и теплообеспеченности (коэффициент вариации 3,1 и 3,0% соответственно) и весьма существенной изменчивости количества осадков и режима увлажнения (коэффициент вариации 29,8 и 30,9% соответственно).

Варьирование среднесуточных температур демонстрирует тенденции к повышению, как в среднем, так и в большинстве случаев (3 года из 4). Так температура воздуха в сравнении с нормой возросла от 14,8 до 15,3 °С с размахом варьирования по годам от 14,6 до 15,9 °С. Теплообеспеченность в среднем увеличилась от 2257 до 2343 °С. Минимальная и максимальная суммы активных температур колебались в пределах от 2234 до 2431, что свидетельствует о достаточном количестве тепла для получения высоких урожаев свеклы во все годы исследований.

Выпадение осадков уменьшилось с 345 до 324 мм, во влажный год их количество составило 474, а в сухой — только 226 мм. Показатель ГТК, характеризующий увлажнение по соотношению влаги и тепла, уменьшился с 1,53 до 1,39, но остался в пределах интервала (1,3-1,6), что соответствует достаточному увлажнению. Вместе с тем все без исключения годы исследований отличались по гидротер-

**Статистический анализ показателей агрометеорологических условий
в мае-сентябре 2004-2007 гг. на территории Калужской обл.**

Показатель	Температура, °С	$\Sigma T > 10\text{-}C$	Осадки, мм	ГТК
Средние многолетние	14,8	2257	345	1,53
2004-2007 гг.	15,3	2343	324	1,39
Амплитуда	14,6-15,9	2234-2431	226-474	1,08-2,02
R	1,3	197	248	0,94
S_x	0,47	70,6	96,6	0,43
V, %	3,1	3,0	29,8	30,9

Примечание. R — размах варьирования, S_x — стандартное отклонение, V — коэффициент вариации.

мическому режиму, и в зависимости от увлажнения их можно распределить по показателю ГТК следующим образом: избыточное (ГТК более 1,6) — 2006; достаточное (ГТК 1,6-1,3) — 2004; неустойчивое (ГТК 1,3-1,0) — 2005; недостаточное (ГТК менее 1,0) — 2007.

Температурный режим начала вегетации. Для уточнения сроков сева свеклы в новых погодно-климатических условиях были проведены наблюдения за среднесуточной температурой апреля и мая по декадам. Результаты наблюдений и статистического анализа приведены в табл. 2.

Из табл. 2 видно, что как в ходе многолетних наблюдений, так и в годы исследований переход среднесуточной температуры через начало активной вегетации (10 °С) отмечен в период между 3-й декадой апреля и 1-й декадой мая. Однако в период с 2004 по 2007 гг. этот переход оказался значительно более резким. Так по климатической норме увеличение температуры составило 2,5 °С (от 8,8 до 10,7 °С), а в годы исследований — 6,1 °С (от 6,4 до 12,5 °С). Термический режим во 2-й декаде мая был наиболее близким к норме.

Изменчивость среднесуточной температуры воздуха по декадам, которая оценивается по коэффициенту вариации, в разные годы варьировала весьма незначительно: от очень низкой в 3-й декаде апреля ($V = 6,5\%$) до низкой во 2-й декаде мая ($V = 13,8\%$).

В целом термический режим в период с 3-й декады апреля по 3-ю декаду мая при некоторых отличиях от климатической нормы соответствовал двум прежним главным закономерностям: примерно теми же сроками перехода к периоду активной вегетации; высокой скоростью и напряженностью нарастания фактора тепла.

Экспериментальная часть. В результате выполненной работы были уточнены сроки сева кормовой свеклы с помощью основных показателей продукционного процесса растений в новых погодно-климатических условиях. Результаты расчетов приведены в табл. 3.

Таблица 2

Статистическая оценка среднесуточной температуры воздуха в период с 3-й декады апреля по 3-ю декаду мая 2004-2007 гг. на территории Калужской обл.

Год наблюдений	Апрель	Май		
	III	I	II	III
Средние многолетние	8,2	10,7	12,3	13,8
2004-2007	6,4	12,5	12,2	16,2
Амплитуда	7,0-5,9	14,5-11,2	16,1-8,2	22,1-11,2
R	1,1	3,3	7,9	10,9
S_x	0,42	1,28	2,84	4,58
V, %	6,5	9,1	13,8	13,2

Таблица 3

Основные фитометрические показатели кормовой свеклы в зависимости от сроков сева в 2004-2007 гг. на территории Калужской обл.

Показатель	Сроки сева					s_x	V, %
	27.04	04.05	11.05	18.05	25.05		
P при посеве, °C	6,4 ± 0,4	12,5 ± 1,3	12,2 ± 2,8	14,2 ± 3,7	16,2 ± 4,6	—	—
$\Sigma T > 10^\circ C$	2157	2121	2073	2012	1939	78	3,8
Вегетация, дн.	152 ± 1	149 ± 1	145 ± 2	140 ± 2	134 ± 3	—	—
ПЛ, тыс. м ² /га	15,3	16,4	16,2	15,5	14,7	0,62	4,0
ФП, (тыс. м ² /га) дн.	2326	2444	2349	2170	1970	166	7,4
ЧПФ, г/м ² сут	3,51	3,51	3,52	3,52	3,53	0,01	0,29
Y_{x03} (АСВ), ц/га	44,1	53,1	52,2	50,6	47,1	3,4	6,9
КПД ФАР _{x03} , %	0,63	0,76	0,75	0,72	0,68	0,05	7,1

Среднесуточная температура воздуха в декаду сева составляла: 27 апреля — $6,4 \pm 0,4$ °С, т. е. немного выше уровня биологических температур (5 °С), 4, 11 и 18 мая — была стабильной, несколько выше 12 °С с отклонениями до 2,8 °С, т. е. немного выше уровня активных температур (10 °С), и 25 апреля — $16,2 \pm 4,6$ °С, т. е. пересекала уровень летних температур (15 °С).

Обеспеченность посевов теплом незначительно уменьшалась от самого раннего срока сева (2157 °С) до самого позднего (1939 °С). Однако это убывание можно оценить как незначительное. В таком интервале (от 1939 до 2127 °С) активных температур вполне достаточно для формирования высоких урожаев кормовой свеклы. К тому же свекла обладает стрессоустойчивым ритмотипом адаптивной стратегии жизни, характеризующимся замедленным ростом и ассимиляцией в начале вегетации даже в благоприятных гидротермических условиях. Недостаток активных температур из-за отодвигания сроков сева пришелся на период, когда растения слабо еще отзывчивы на интенсивность притока тепла и влаги.

Продолжительность периода вегетации растений в зависимости от сроков посева уменьшалась от 152 до 134 дней, и размах варьирования (18 дней) был меньше, чем размах варьирования сроков сева (28 дней), поскольку в более теплых условиях скорость появления всходов возрастала, что компенсировало потерю части вегетационного периода (период вегетации относительно удлинялся).

Показатели фотосинтетической деятельности кормовой свеклы, за исключением ЧПФ, сильно колебались по годам в зависимости от увлажнения. Так площадь листьев и фотосинтетический потенциал при недостаточном увлажнении уменьшались от усредненной величины на 20-30%, а в условиях избыточного увлажнения, наоборот, увеличивались на 15-20%. В зависимости от сроков сева устойчивость всех фитометрических показателей была на высоком уровне, что видно из статистического анализа, приведенного в табл. 2.

Средняя площадь листьев находилась в пределах от 14,7 до 16,4 тыс. м²/га. максимальные показатели площади листьев отмечены во 2-й и 3-й сроки сева, что соответствует 4 и 11 мая.

Фотосинтетический потенциал варьировал в пределах от 2444 до 1970 (тыс. м²/га)-дней, что характерно для культур с продолжительной вегетацией. Сроки посева оказывали влияние на величину показателя, но в меньшей мере, чем ожидалось.

Чистая продуктивность фотосинтеза находилась в интервале от 3,51 до 3,53 г/м²-сут. и практически не зависела от сроков сева. Среди показателей фотосинтетической деятельности это наиболее стабильный показатель — коэффициент вариации составил всего 0,29%.

Хозяйственный урожай сухой биомассы при стабильном показателе ЧПФ в основном определялся развитием ассимиляционной поверхности и варьировал от 44,1 (сев 11 мая) до 53,1 ц/га (сев 27 апреля).

Коэффициент использования ФАР на формирование хозяйственного урожая находился в пределах от 0,63 (ранний сев 27 апреля) до 0,76 (сев 4 мая), что характерно для кормовой свеклы.

Показатели, характеризующие продуктивность, качество и хозяйственную направленность фотосинтеза свеклы, представлены в табл. 4.

Как видно из табл. 4, наибольший урожай корнеплодов был получен при севе 4 и 11 мая и составил соответственно 402 и 395 ц/га, а наименьший — 337 ц/га при раннем севе 27 апреля. Урожайность корнеплодов при севе 5, 11 и 18 мая была существенно выше, чем при раннем севе 27 апреля.

**Показатели продуктивности кормовой свеклы
в зависимости от сроков сева в 2004-2007 гг. на территории Калужской обл.**

Показатель	Сроки сева					НСП ₀₅	
	27.04	04.05	11.05	18.05	25.05	ц/га	%
Уход Ц/га	337	402	395	386	362	48,0	12,8
$K_{\text{хоз}}$	0,66	0,70	0,70	0,69	0,66	–	–
Содержание АСВ, %	13,1	13,2	13,2	13,1	13,0	–	–
$Y_{\text{хоз}}(\text{АСВ}), \text{ц/га}$	44,1	53,1	52,2	50,6	47,1	6,8	13,8

Самый высокий коэффициент хозяйственной эффективности фотосинтеза — 0,70 — отмечен при посеве 4 и 11 мая, что является результатом наиболее выраженной хозяйственной направленности ассимиляционных процессов. При раннем и позднем сроках сева он составлял 0,66, а это значит, что ассимиляционные процессы в большей мере были направлены на формирование побочной продукции.

Содержание сухого вещества — главного показателя качества кормовой свеклы — варьировало в небольшом интервале — от 13,0 до 13,2%, достигая максимального значения при севе 4 и 11 мая.

Сроки сева по-разному влияли на однородность корнеплодов по содержанию сухого вещества и массе. Посев 11 мая способствовал наибольшей однородности корнеплодов, как по содержанию сухого вещества, так и по массе (табл. 5).

**Варьирование корнеплодов по содержанию сухого вещества и массе
в зависимости от сроков сева в 2004-2007 гг. на территории Калужской обл.**

Показатель	Сроки сева				
	27.04	04.05	11.05	18.05	25.05
Содержание АСВ, %	13,1	13,2	13,2	13,1	13,0
Процент корнеплодов с содержанием АСВ 12,5-13,5%	64	75	81	72	70
Средняя масса корнеплода, г	481	574	564	551	517
Процент корнеплодов с массой 400-600 г	63	76	83	71	69

Как видно из табл. 5, при севе 11 мая выход корнеплодов с содержанием сухого вещества в интервале 12,5-13,5% составил 81%, а выход полновесных корнеплодов с массой 400-600 г — 83%.

В целом при слишком раннем севе (27 апреля) отмечена неоднородность развития растений и, как результат, сильное варьирование корнеплодов по массе и содержанию сухого вещества при недоборе хозяйственного урожая, а при позднем (25 мая) — недобор урожая сочетается еще и с неполной вызреваемостью корнеплодов.

Выводы

1. Погодные условия в мае-сентябре 2004-2007 гг. на территории Калужской обл. характеризуются изменением в сторону потепления. Размах варьирования сумм активных температур от 2234 до 2343 °С свидетельствует о достаточности ресурсов тепла для получения устойчивых урожаев кормовой свеклы. Увлажнение в среднем, может быть оценено как достаточное, но крайне неустойчивое по годам: от избыточного (ГТК более 1,6) до недостаточного (ГТК менее 1,0).

2. При выборе срока сева свеклы следует учитывать, что термический режим в период с 3-й декады апреля по 3-ю декаду мая при некоторых отличиях от климатической нормы сохранил две прежние закономерности — сроки перехода к периоду активной вегетации, а также скорость и напряженность нарастания фактора тепла.

3. По основным показателям продукционного процесса растений наиболее оптимальными сроками посева кормовой свеклы, при которых обеспечивается максимальная хозяйственная продуктивность, следует считать 4 и 11 мая. При слишком раннем севе (27 апреля) растянутость всходов обуславливает варьирование корнеплодов по содержанию сухого вещества и вызреваемости с недобором хозяйственного урожая. При позднем севе (25 мая) недобор хозяйственного урожая сопровождается неполной вызреваемостью корнеплодов.

Библиографический список

1. Климатическая доктрина Российской Федерации: утверждена распоряжением Президента РФ от 17 декабря 2009 г. №861-рп. М.: Канцелярия Президента РФ, 2009. 19 с.
2. Кормопроизводство / Н.В. Парахин [и др.]. М.: КолосС, 2006. 432 с.
3. МГЭИК, 2007: Изменение климата, 2001 г.: обобщающий доклад. Вклад рабочих групп I, II и III в Четвертый доклад об оценке Межправительственной группы экспертов по изменению климата / РК. Пачури [и др.]; МГЭИК. Женева. 104 с.
4. Оценка макроэкономических последствий изменений климата на территории Российской Федерации на период до 2030 г. и дальнейшую перспективу / под ред. В.М. Катцова, Б.Н. Порфирьева. М.: ООО РИФ «Д'Арт», 2011. 251 с.
5. Стратегический прогноз изменений климата Российской Федерации на период до 2010-2015 годов и их влияния на отрасли экономики России. М.: Росгидромет, 2005. 28 с.
6. Шевченко В.А. Совершенствование технологических приемов возделывания зерновых и пропашных культур в земледелии Центрального района Нечерноземной зоны: дисс. ... д-ра с.-х. наук: М., 2004. 428 с.

AGROECOLOGICAL SUBSTANTIATION OF SOWING DATES FOR FODDER BEET IN THE KALUGA REGION

V.I. BONDAR

(RSAU-Timiryazev MAA, affiliate in Kaluga city)

The research presents the results of statistical analysis and identified trends of agrometeorological conditions. The influence of various sowing dates on the basic parameters characterizing the production process of fodder beet plants was investigated under warming climatic conditions in the Kaluga region.

Key words: climatic warming, fodder beet, plant production process, leaf area index, photosynthetic potential, net assimilation rate, the economic yield, dry matter content, sowing dates.

Бондарь Владимир Иванович — к. с.-х. н., доцент кафедры агрономии Калужского филиала РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева (248007, Калужская обл., г. Калуга, ул. Вишневого, 27; тел.: 8 (903) 815-62-63; e-mail: bondar-msxa@mail.ru).