

ВЫРАЩИВАНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ГИБРИДОВ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ В УСЛОВИЯХ ЗАСУХИ

Логвинов А.В., доктор сельскохозяйственных наук
Мищенко В.Н., кандидат сельскохозяйственных наук
Логвинов В.А., кандидат биологических наук
Шевченко А.Г., доктор сельскохозяйственных наук
Моисеев А.В., доктор экономических наук
Ковалева В.В., аспирант, младший научный сотрудник
Евсеева А.Н., аспирант, младший научный сотрудник
ФГБНУ «Первомайская селекционно-опытная станция сахарной свеклы»
e-mail: 1maybest@mail.ru

Аннотация. *Обобщены литературные и экспериментальные данные по влагоресурсосберегающим технологиям основной обработки почвы. В динамике показано изменение погодных параметров за ряд последних лет. Получены предварительные данные о возможности использования воздушной ирригации при определенных условиях выполнения агроприемов, показана роль мульчирующего слоя почвы в процессе конденсации воздушной влаги за счет разницы температуры воздух – почва и день – ночь. Представлена динамика запасов влаги по вариантам основной обработки почвы перед посевом: в середине активной вегетации (апрель–август) и перед уборкой с учетом продуктивности перспективных гибридов сахарной свеклы. Показана рентабельность выращивания сахарной свеклы при разных способах основной обработки почвы. Даны рекомендации по оптимальному способу выращивания сахарной свеклы в условиях засухи.*

Ключевые слова: гибриды сахарной свеклы, погодные параметры, температура воздуха и почвы, засуха, способы основной обработки почвы, конденсация воздушной влаги, продуктивность гибридов, рентабельность выращивания сахарной свеклы.

Почва дороже золота.

Без золота люди могли бы прожить, без почвы – нет.

В. Докучаев, 1961.

Введение. Согласно официальным данным климат в Российской Федерации меняется более стремительно, чем на Планете в целом. Так, за последние 10 лет температура воздуха в стране увеличилась на 0,47 °С, в то время как в мире только на 0,18 °С. Для ряда регионов, в том числе Краснодарского края, последствия столь сильного потепления приводят к значительному снижению обеспеченности посевов сахарной свеклы влагой и деградации почвы. Из-за нестабильных погодных условий свекловоды теряют урожай, а вместе с ним качество продукции и денежные средства.

Засуха является одним из основных факторов снижения урожая сахарной свеклы, в связи с тем, что недостаток влаги на ранних этапах вегетации негативно сказывается на росте и развитии растений [15]. Участвовавшие случаи засухи требуют оперативно адаптироваться к новым условиям. Снижению рисков в процессе выращивания сахарной свеклы способствует создание и внедрение в производство устойчивых к засухе гибридов [4, 6]. Такая работа успешно проводится. Мощная корневая система таких гибридов позволяет потреблять влагу и элементы питания с большей глубины и площади, а значит, легче преодолевать стресс, вызванный засухой.

Важную роль играет форма растений, густота посева и объем листового аппарата, позволяющие уменьшить количество испарений влаги с их поверхности [8, 9].

В условиях жесткой конкуренции за рынок важно найти возможность снизить себестоимость производства на каждом этапе (Д. Патрушев, 2026).

Определены следующие стратегические направления дальнейшего развития свекловодства:

- сохранение и повышение плодородия почв;
- селекция и семеноводство;
- применение агрохимикатов;
- использование беспилотной техники;
- адаптация свекловодства к изменениям климата.

Атмосферная засуха обычно сопровождается почвенной, что приводит к эрозии почвы, значительному снижению урожайности гибридов сахарной свеклы, а местами и гибели посевов. В результате не реализуется полностью потенциал ценных гибридов, инновационных технологий их возделывания и прогрессивных систем земледелия.

В настоящее время в технологиях выращивания сахарной свеклы преобладает концепция летне-осенней основной обработки почвы, включающая дисковые лущения и глубокую отвальную вспашку на глубину 27–30 см и более (Нанаенко, 2001; Кондратенко, 2002; Селезнев, 2005).

При отвальной вспашке обычно не учитывается жизнь аэробных и анаэробных почвенных микроорганизмов, которые готовят доступные питательные вещества для растений. Для аэробных микроорганизмов нужен кислород и они выполняют свои функции в верхнем горизонте почвы. Анаэробные, наоборот, пребывают у почвенной подошвы и обходятся без кислорода [2, 14].

При отвальной пахоте анаэробные микроорганизмы оказываются на воздухе в аэробных условиях, а аэробные микроорганизмы оказываются внизу — в анаэробных условиях. Жизнь в почве замирает и потребуется длительное время, чтобы она возродилась вновь.

При вспашке семена сорных растений распределяются по всей глубине пахотного горизонта и прорастут только в верхнем слое, остальные — при каждой очередной обработке почвы.

В пахотном горизонте нарушается капиллярная система. При вспашке требуются большие энергетические ресурсы [1]. При увеличении глубины вспашки с 20 до 25 и 30 см расход топлива повышается, соответственно, на 2,7 и 5,0 л/га, а урожайность при этом не увеличивается (Вострухин, 2007).

Ряд ученых считает, что основным влагосберегающим способом подготовки почвы должен стать чизельный, при котором почва рыхлится без оборота пласта и ее слои не перемешиваются по вертикали (Барштейн, 1997; Гуйда, 2008; Зенин, 2008).

Рассматривая проблему рационального использования почвенного потенциала, К. Лишки (1994) утверждает, что минимальная поверхностная обработка почвы не приводила к снижению продуктивности агроценоза [7].

Всемирно известный ученый Р. Дерпш (2008) считает, что система пахоты является неэффективным способом использования времени и энергии, приводит к деградации почвы, большому износу техники.

Материал и методы исследований. Сегодня аксиомой является требование проведения глубокой вспашки с оборотом пласта, укладки семян на плотное семенное ложе с ненарушенной капиллярной системой. Реально получается так, что глубина предпосевных обработок почвы не бывает равномерной и почти всегда превышает глубину сева, что разрушает почвенные капилляры, и ухудшает условия для прорастания семян и роста. Если не выпадает достаточно осадков, процесс восстановления капиллярной системы может длиться месяцы [13, 14].

Многолетнее использование традиционных отвальных технологий спровоцировало в почвах эрозионные процессы, способствовало большим потерям гумуса, элементов минерального питания, влаги и выветриванию плодородного слоя [16, 17].

В последние годы более популярными стали ресурсосберегающие технологии. Обозначились два способа достижения желаемого результата:

1. Отказ от традиционного механического воздействия на почву.

2. Выбор поверхностной подготовки почвы.

Оба способа не предусматривают отвальную вспашку и глубокое рыхление почвы. Измельченные растительные остатки оставляются на поверхности поля, они уменьшают испарение влаги и ветровую эрозию почвы, сохраняют почвенную биоту [9, 10, 11].

Сегодня у производителей сахарной свеклы нет ясности, какому способу в перспективе оказывать предпочтение: пахоте, чизелеванию, поверхностной или нулевой обработке почвы [5, 18].

В методическом плане при разработке применяемых в настоящее время систем подготовки почвы никогда не учитывалось, что в воздухе постоянно находится определенное количество воды, которую можно использовать для пополнения влаги в почве [12, 14].

В физическом понимании суть явления проста: чем выше температура воздуха, тем больше его влажность. Давно известно, что при температуре воздуха 50 °С в каждом его приземном кубометре содержится 92 г воды. При прохождении нагретого воздуха в почву и охлаждения его на 10 °С (в силу физических законов) содержание воды в нем уменьшается на 37 г. Она поступает в почву в виде росы или конденсата (Слащинин, 1999).

Для образования росы (конденсата) необходима воздухопроницаемость почвы (по физическим законам рыхлость поверхности почвы не более 5 см глубины) и капиллярность [12, 14].

Различные способы обработки почвы по-разному влияют на температуру почвы. Прикатывание повышает ее на 1–2 °С, рыхление на глубину 2–5 см снижает на 1–3 °С в нижележащем слое. Мульчирование торфом, соломой, полиэтиленовой пленкой и др. поверхность почвы может повышать на 4–7 °С [3, 15].

Природную рыхлость почвы обычно обеспечивают черви, насекомые и отмершие корни высеваемых и сорных растений, после которых остаются водно-воздушные протоки.

Искусственную рыхлость на практике получают при культивациях, дискованиях чизелеваниях и вспашке. Но при этом нарушается капиллярность почвы и сводится к минимуму использование атмосферной ирригации и накопленной влаги от осадков.

Осажденная роса из более глубоких слоев почвы при засухе поднимается к верхним более теплым горизонтам только по капиллярам.

Для того, чтобы в засуху осело в почве больше росы, необходимо увеличить разницу между температурой воздуха и почвы. Это можно получить с помощью мульчирования органикой или поверхностным рыхлением почвы на глубину 4–5 см, но не больше [12, 14]. Наличие такого верхнего мульчирующего слоя дольше удерживает влагу и усиливает эффект оседания росы.

Что реально происходит? Ночью воздух охлаждается быстрее почвы и, как более холодный, опускается

вглубь. Там он вытесняет теплый воздух почвы, который поднимается кверху и осаждаёт росу в верхнем охлажденном слое. Таким образом, растения без дождя получают влагу за счет атмосферной (воздушной) ирригации [12].

По отдельным подсчетам, в метровом горизонте почвы может накопиться более 600 т влаги на 1 га. А так как роса содержит в себе азотные и серные соединения, то в почву привносится до 60 кг азота и серы на 1 га.

В условиях Краснодарского края запасы влаги в активный период вегетации (апрель–август) составляют по многолетним данным 283 мм, не считая влаги, поступающей в почву путем сорбции и конденсации водяных паров воздуха. Такого количества воды было бы достаточно для получения высоких урожаев, если бы сахарная свекла полностью ее потребляла. Но практически используется только 60–70 % от всего количества, накопленного в почве. Существенная доля годовых ресурсов влаги непродуктивно испаряется с поверхности почвы, либо потребляется сорняками.

В последние годы широко распространилось мульчирование, которое не только снижает темпы эрозии, но и дольше удерживает влагу в почве. В связи с этим, заслуживают особого внимания разработанные И.Е. Овсинским (1899), Н.М. Тулайковым (1960), В.В. Докучаевым (1961), Т.С. Мальцевым (1954), А.И. Бараевым (1960), Ф.Т. Моргуном (1977) технологией по сбережению плодородия почвы.

По прогнозам Института физики атмосферы Российской Академии наук (РАН) среднегодовая температура будет возрастать, а режим осадков меняться. Повышение температуры воздуха на 10 С по сравнению с нормой может снизить урожайность на 10 и более процентов.

Недостаточная изученность и противоречивость выводов ученых о влиянии систем обработки почвы на влагообеспеченность растений и их практическое значение побудили проводить исследования в больших объемах, а результаты сопоставлять с традиционными сложившимися представлениями и с уже известными фактами.

Целью исследований является апробация отдельных способов (приемов) основной подготовки почвы, снижающих потери почвенной влаги в агроценозах сахарной свеклы и уменьшающих затраты на проведение агротехнических мероприятий.

В ходе научно-исследовательских работ изучались разные способы основной обработки почвы. Наблюдения и учеты проводились согласно общепринятым методическим рекомендациям в три срока: перед севом (10–15 апреля), в середине вегетации (20–25 июня), перед уборкой (5–10 сентября).

Уровень влагообеспеченности растений определяли по методике А. Кудрова (2004) с учетом запасов влаги перед посевом и количества осадков в активный

Таблица 1. Погодные параметры в период активной вегетации сахарной свеклы (апрель–август)

Год	Температура, °С				Осадки, мм
	средняя дневная	средне-суточная	средняя ночная	разница температуры между дневной и ночной	
Воздух					
2017	27	19,9	14	13	326,4
2018	29	21,5	15	14	153,0
2019	28	20,7	15	13	177,4
Среднее	28	20,7	15	13	218,9
Многолетнее		19,0			283,3
Почва (на поверхности)					
2017	40	22,6	12	28	326,4
2018	44	24,6	13	31	153,0
2019	43	24,0	13	30	177,4
Среднее	42	23,7	12	30	218,9
Многолетнее		23,0			283,3

период вегетации апрель – август. При расчете возможного выхода продукции с 1 га пользовались коэффициентом водопотребления с учетом транспирации и испарения с поверхности почвы [6].

Дефицит продуктивной влаги в почве принимался как фактор, сдерживающий реализацию потенциальных возможностей новых гибридов сахарной свеклы и освоение инновационных технологий их возделывания [8]. Однако признавалось, что нередко основная причина сдерживания роста продуктивности сахарной свеклы кроется в критическом состоянии пахотной земли.

Особое внимание в исследованиях отводилось влагосберегающим обработкам почвы, которые позволили бы предотвратить или хотя бы ослабить последствия засухи, снизить энергозатраты без существенного снижения плодородия почвы.

При сравнительном анализе экспериментальных данных различных технологий, параметры, полученные при вспашке, принимались за 100 %.

Результаты исследований. Наблюдения и учеты, проводимые учеными Первомайской селекционно-опытной станции сахарной свеклы, показали, что температура воздуха за последние 10 лет превысила норму на 1,7 °С, а температура почвы – в среднем на 0,7 °С. Осадков было меньше нормы на 64,4 мм (табл. 1).

Изменения погодных параметров в период исследований отличались по наблюдениям и учетам. Особого внимания заслуживают: температура день-ночь, воздух-почва, а также среднегодовые осадки (табл. 1).

Дневная температура воздуха в период апрель – август составила 28 °С, ночная 15 °С (разница 13 °С), температура почвы составила соответственно 42 и 12 °С (разница 30 °С). Данные таблицы 1 подтвержда-

Таблица 2. Запасы продуктивной влаги в (мм) в двухметровом горизонте почвы в зависимости от способа основной обработки почвы и срока учета в активный период вегетации растений апрель-август

Срок учета	Год				Суммарный запас влаги за 4 года, мм	Среднее за апрель – август, мм	Запас влаги в мм
	2010	2011	2012	2013			
Вспашка почвы, глубина 28–30 см (контроль)							
Посев (10-15.04)	321,9	297,9	274,4	239,6	1134	284	100
Середина вегетации (20-25.06)	217,9	246,1	192,5	198,4	855	214	100
Уборка (05-10.09)	33,3	81,9	159,1	116,3	391	98	100
Чизелевание почвы, глубина 33–35 см							
Посев (10-15.04)	323,7	327,0	285,6	249,6	1186	296	105
Середина вегетации (20-25.06)	213,2	223,3	210,3	192,5	839	210	98
Уборка (05-10.09)	42,9	79,5	129,4	115,7	368	92	94
Поверхностная обработка почвы, глубина 3–5 см							
Посев (10-15.04)	315,8	323,6	290,5	207,8	1138	284	100
Середина вегетации (20-25.06)	187,3	251,2	225,6	161,0	825	206	96
Уборка (05-10.09)	42,9	58,8	124,9	142,3	369	92	94
Период посева многол., мм	–	–	–	–	–	271	–
Середина вегетации многол., мм	–	–	–	–	–	215	–
Период уборки многол., мм	–	–	–	–	–	60	–

ют, что при определенных условиях подготовки почвы использование влаги из воздуха возможно путем конденсации, которая выделяется за счет разницы температуры воздух – почва и день – ночь.

Динамика запасов влаги в почве в зависимости от способа основной обработки почвы и сроков учета в период активной вегетации растений гибридов сахарной свеклы представлена в табл. 2.

Таблица 3. Продуктивность гибридов сахарной свеклы в зависимости от способа основной обработки почвы

Показатель	Год учета				Среднее за 2010–2013 гг.
	2010	2011	2012	2013	
Вспашка почвы, глубина 28-30 см (контроль)					
Урожайность, т/га	45,0	51,1	44,8	45,6	46,6
Сахаристость, %	18,1	16,6	14,4	16,4	16,4
Сбор сахара, т/га	8,2	6,7	6,4	7,5	7,6
Чизелевание почвы, глубина 33-35 см					
Урожайность, т/га	43,0	60,9	44,8	48,8	49,4
Сахаристость, %	17,3	17,2	14,7	15,3	16,1
Сбор сахара, т/га	7,4	10,5	7,2	7,4	7,9
Поверхностная обработка почвы, глубина 3–5 см					
Урожайность, т/га	41,0	54,3	53,9	33,9	45,8
Сахаристость, %	17,0	17,0	14,4	15,1	15,9
Сбор сахара, т/га	7,0	9,2	7,8	5,1	7,3

Средние запасы влаги в вариантах: вспашка, чизелевание и поверхностная обработка составили соответственно: перед севом 284, 296 и 284 мм; в середине вегетации 214, 210 и 206 мм; перед уборкой 98, 92 и 92 мм.

Различия в запасах влаги в вариантах объясняли различным состоянием капилляров и иным сложением почвенных агрегатов в верхних горизонтах почвы.

Продуктивность гибридов сахарной свеклы в зависимости от способов основной подготовки почвы представлена в таблице 3.

Показатели урожайности и сбора сахара с 1 га, учитывая варьирование этих признаков по годам, были выше в опытах с чизелеванием.

В процессе многолетних исследований были получены следующие результаты:

1. В пахотном слое почвы (0–30 см) в период от сева до уборки содержание нитратного азота в вариантах со вспашкой, чизелеванием и поверхностной обработкой уменьшалось в 2–2,5 раза.

Нитрификационная способность при этом снижалась в среднем на 30 %. В меньшей степени это отмечалось в вариантах с поверхностной обработкой и с чизелеванием. По содержанию гумуса и уровню кислотности почвы по вариантам и срокам учетов существенных изменений не отмечено.

2. В слое почвы 0–60 см влажность почвы в вариантах со вспашкой, чизелеванием и поверхностной обработкой составляла соответственно: перед посевом – 20,6 (100 %), 21,4 (104 %), 21,5 (105 %); в середине вегетации – 14,3 (100 %), 16,1 (113 %), 16,3 (114 %); перед уборкой – 9,0 (100 %), 9,3 (103 %), 10,0 (111 %).

В середине вегетации (20–25 июля) и перед уборкой (10–15 сентября) в вариантах с чизелеванием и поверхностной обработкой влажность почвы была выше по сравнению с отвальной пахотой.

3. Объемная масса (2 г/см³) в вариантах со вспашкой, чизелеванием и с поверхностной обработкой составляла соответственно: перед посевом – 1,21 (100 %), 1,23 (102 %), 1,29 (107 %); в середине вегетации – 1,28 (100 %), 1,25 (98 %), 1,31 (102 %); перед уборкой – 1,21 (100 %), 1,32 (109 %), 1,30 (107 %). Объемная масса была меньше в варианте со вспашкой.

4. Общая пористость (%) почвы в слое 0–60 см составляла соответственно: перед посевом – 51,2 (100 %), 50,6 (99 %), 49,0 (96 %); в середине вегетации – 48,3 (100 %), 49,5 (102 %), 47,2 (98 %); перед уборкой – 51,1 (100 %), 46,8 (91 %), 47,5 (93 %). Варианты

Основными критериями эффективности применяемых технологий являются: затраты (руб.); урожайность (т/га); сбор сахара (т/га); количество вносимых удобрений и пестицидов; прибыль в расчете на 1 га посевов.

Полученные в опытах результаты могут использоваться специалистами для принятия управленческих, организационно-агрономических и агротехнических решений, а также для изучения и разработки новых почвозащитных агроприемов, обеспечивающих повышение продуктивности агроценозов сахарной свеклы.

Десятилетиями работники отечественного АПК отдавали предпочтение плугу. Поэтому еще многие специалисты с излишней осторожностью, а нередко с отрицанием относятся к бесплужной обработке почвы. Сохраняя старые технологии основной подготовки почвы, шаблонно применяя прежние агротехнические приемы обработки почвы, невозможно избежать и в перспективе потерь влаги на испарение и нехватки влаги к концу вегетации растений.

Большая вера в еще неиспользованные возможности почвозащитных технологий, желание как можно быстрее ускорить внедрение их в производство было решающим мотивом при выполнении данных исследований.

Назрела необходимость разработать дополнительные меры по контролю и предотвращению негативных погодных последствий и узаконить правовой механизм внедрения передовых технологий по сохранению плодородия почвы и повышению продуктивности агроценозов сахарной свеклы.

Список использованной литературы

1. Вострухин, Н.П. Сахарная свекла-качество корнеплодов и выход сахара / Н.П. Вострухин // Минск, 1997.- 125 с.
2. Докучаев В.В. Избранные сочинения / В.В. Докучаев// Москва. - 1961. - Том IX.
3. Каштанов, А.Н. Плодородие почвы в интенсивном земледелии /А.Н. Каштанов, А.М. Лыков, И.С. Кауричев// Вестник сельскохозяйственной науки.- 1982. - № 12.
4. Каштанов, А.Н. Устойчивое земледелие - основа продовольственной безопасности России /А.Н. Каштанов// Сахарная свекла. - 2011. - № 3. - С. 16-17.
5. Кирюшин, В.И. Минимизация обработки почвы: перспективы и противоречия / В.И. Кирюшин // Земледелие. - 2006. - № 5.
6. Кудров, А.П. Планирование урожайности с учетом влагообеспеченности растений / А.П. Кудров// Сахарная свекла. - 2004. - № 3. - С. 30-31.
7. Лишки, К. Отказавшись от плуга / К. Лишки// Сахарная свекла. - 2005. - № 5. - С. 24-26.
8. Логвинов, А.В. Экономическая эффективность производства сахарной свеклы по вариантам основной обработки почвы / А.В. Логвинов, В.А. Логвинов, А.Г. Шевченко, Д.Н. Записоцкий, А.В. Моисеев, В.В.

Моисеев // Успехи современного естествознания. - 2016. - № 3. - С. 85-89.

9. Лыков, А.М. Современные системы земледелия: сущность, теоретические основы, принципы разработки и освоения / А.М. Лыков, В.В. Гриценко, И.С. Кауричев // Земледелие. - 1986. - № 12.

10. Менделеев, Д.И. Работы по сельскому хозяйству и лесоводству / Д.И. Менделеев // Москва. - 1954. - 216 с.

11. Найденов, А.С. Путь к воспроизводству плодородия почвы / А.С. Найденов // Земля и жизнь. - 2012. - С. 1-2.

12. Овсинский, И.Е. Новая система земледелия / И.Е. Овсинский // Киев. - 1989.

13. Сдобников, С.С. Пахать или не пахать? / С.С. Сдобников// Москва. - 1994.

14. Слащинин, Ю.И. Как победить засуху / Ю.И. Слащинин// Нива Кубани. - 1999. - № 18. - С. 1-2.

15. Шпаар, Д. Сахарная свекла / Д. Шпаар // Минск. - 2000. - 340 с.

16. Фолкнер, Э. Безумие пахаря / Э. Фолкнер// Москва. - 1959. - 40 с.

17. Харченко, Ю.А. Посеявший ветер – пожнет бурю / Ю.А. Харченко // Краснодар. - 2017. - 87 с.

18. Яцук Е.П. Новое в технологии / Е.П. Яцук // Земледелие. - 1964. - № 5. - С. 75 -81.

Growing Domestic Sugar Beet Hybrids under Drought Conditions

Logvinov A.V., Mishchenko V.N., Logvinov V.A., Shevchenko A.G., Moiseev A.V., V.V. Kovaleva, A.N. Evseeva.

Summary. This paper summarizes literary and experimental data on water-saving primary tillage technologies. Dynamic weather changes over recent years are shown. Preliminary data are obtained on the feasibility of using aerial irrigation under certain agricultural practices, and the role of a soil mulch layer in the condensation of atmospheric moisture due to air-soil and day-night temperature differences is demonstrated. The dynamics of moisture reserves are presented for primary tillage options before sowing: mid-season (April-August) and before harvest, taking into account the productivity of promising sugar beet hybrids. The profitability of sugar beet cultivation using different primary tillage methods is demonstrated. Recommendations are provided for optimal sugar beet cultivation in drought conditions.

Keywords: sugar beet hybrids, weather parameters, air and soil temperature, drought, primary soil tillage methods, condensation of air moisture, hybrid productivity, profitability of sugar beet cultivation.