

Особенности формирования технологических качеств сахарной свёклы в Центрально-Чернозёмном регионе в производственном сезоне 2019 года и их влияние на переработку сырья

И.В. АПАСОВ, канд. техн. наук (e-mail: vniiss@mail.ru)

Л.Н. ПУТИЛИНА, канд. с/х. наук (e-mail: lputilina@bk.ru)

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свёклы и сахара имени А.Л. Мазлумова»

Для свеклосахарного комплекса Российской Федерации 2019 г. стал рекордным по достигнутым показателям, к которым отрасль последовательно стремилась в последнее время. Площадь посевов сахарной свёклы составила 1 144,9 тыс. га, а валовой сбор сырья достиг 54 350,1 тыс. т. При урожайности корнеплодов 47,5 т/га их сахаристость составила 18,02 %, что позволило выработать 7,35 млн т белого сахара [1].

В шести областях Центрально-Чернозёмного региона, являющегося самым крупным производителем сахарной свёклы, средняя урожайность культуры составила 44,2 т/га, а средняя сахаристость корнеплодов при заготовке превысила 18,5 %.

Однако при переработке сахарной свёклы урожая 2019 г. ряд сахарных заводов ЦЧР столкнулся с тем, что в соках наблюдалось высокое содержание солей кальция, а полупродукты на верстаке предприятий имели высокую цветность. Эти проблемы стали причиной получения сахара с высокой цветностью и существенным сокращением объёмов

производства продукции, соответствующей требованиям ГОСТа нормативам ТС1, ТС2 [2]. Аналогичные проблемы в несколько меньшем масштабе имели место и в производственном сезоне 2018 г.

Поскольку технологические схемы и оборудование, а также режимы его эксплуатации перерабатывающих предприятий не могли измениться кардинально по сравнению с предыдущими годами, причиной возникших осложнений стало изменение технологического качества перерабатываемого сырья.

В 2019 г. для использования в Российской Федерации было допущено 323 гибрида сахарной свёклы как отечественной, так и зарубежной селекции [3]. Однако в производстве на 98 % посевных площадей использовались импортные семена. При этом формирование сортового набора в зоне свеклосеяния конкретных предприятий также имеет высокую инерционность: ежегодно высеваются проверенные гибриды зарубежных компаний, хорошо зарекомендовавшие себя в предыдущие годы, а доля новых гибридов,

приобретаемых для посева, как правило, не превышает 5–10 % общей посевной площади сахарной свёклы. Следовательно, использование «плохих» гибридов также не могло стать единственной причиной произошедших изменений технологического качества свёклы.

По климатическим условиям 2019 г. несколько отличался от предыдущих лет. Как видно из табл. 1, составленной по данным метеостанции ФГБНУ «ВНИИСС им. А.Л. Мазлумова», суммарное количество выпавших за год осадков составило 409,7 мм, что оказалось почти на 35 % меньше среднееголетних значений, рассчитанных за последние 10 лет. Меньше осадков выпало и за вегетационный период (с апреля по октябрь включительно): 261,3 мм против среднееголетнего показателя, равного 394,9 мм. При этом сумма эффективных температур в 2019 г. достигла 3 472,6 °С, тогда как среднееголетняя величина данного показателя составляла 2 963,0 °С.

Несмотря на то, что в период посева сахарной свёклы в ЦЧР

Таблица 1. Агроклиматические условия 2019 г.

| № | Период | 2019 г. | | Среднегодовое значение | |
|----|-----------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|
| | | Температура воздуха, °С | Количество осадков, мм | Температура воздуха, °С | Количество осадков, мм |
| 1 | За год | – | 409,7 | – | 622,8 |
| 2 | За период вегетации | – | 261,3 | – | 394,9 |
| 3 | Апрель | 10,5 | 30,0 | 9,9 | 48,1 |
| 4 | Май | 18,5 | 42,6 | 18,5 | 52,1 |
| 5 | Июнь | 23,0 | 22,9 | 21,6 | 62,5 |
| 6 | Июль | 20,3 | 70,1 | 24,1 | 59,5 |
| 7 | Август | 20,4 | 13,7 | 22,4 | 73,6 |
| 8 | Сентябрь | 14,3 | 27,0 | 15,1 | 45,7 |
| 9 | Октябрь | 7,0 | 55,0 | 7,4 | 53,4 |
| 10 | ГТК за вегетационный период | 0,876 | | 1,321 | |

(апрель) осадков выпало в полтора раза меньше нормы, данный фактор не имел негативных последствий для получения всходов и стартового развития растений, которое происходило за счёт использования восходящих потоков почвенной влаги.

Ключевым периодом, повлиявшим на формирование технологического качества свёклы, стали погодные условия, сложившиеся во II и III декадах мая и июне. Количество выпавших в мае осадков было немногим меньше среднегодовое показателей, однако важным фактором стало то, что 34,9 мм из них (82 % месячной нормы) выпали в I декаде, а уже во II и III декадах эффективных осадков не выпадало совсем.

Ещё больше положение усугубилось в июне, когда на протяжении всех трёх декад эффективных осадков практически не выпадало, а температура воздуха существенно превышала среднегодовое значения. Величина гидротермического коэффициента в июне 2019 г. составила всего 0,3 при норме 0,9. Атмосферная засуха в

первой половине вегетационного периода не отразилась на жизнеспособности взошедшей сахарной свёклы, поскольку к её началу на большинстве посевных площадей растения прошли фазу развития в 5 пар настоящих листьев и подпитывались влагой из почвенного слоя ниже 30 см, накопленной в осенне-зимний период.

Большинство свеклосеющих предприятий в настоящее время совершенно обоснованно выращивают сахарную свёклу с использованием раздельного внесения элементов минерального питания. Незаменимые макроэлементы, медленно мигрирующие по почвенному горизонту, такие как фосфор и калий, вносятся в полной дозе осенью, под основную обработку почвы. А подвижный азот, за исключением доз, необходимых для разложения пожнивных остатков от культуры – предшественника свёклы в севообороте, полностью вносится весной [4].

Пересыхание верхнего слоя почвы стало причиной того, что внесённый в виде минеральных

удобрений азот из-за отсутствия влаги на протяжении 50 дней практически не использовался растениями. Его усвоение началось лишь в I декаде июля, когда выпало 31,1 мм осадков.

Сахарная свёкла является достаточно пластичной культурой, способной преодолеть отставание в развитии, происходящее в случае воздействия неблагоприятных факторов различной природы. Однако необходимо учитывать то, что продолжительность вегетационного периода у сахарной свёклы в России редко превышает 150 суток. Интенсивные гибриды за этот срок успевают сформировать приемлемую для уборки биомассу, но для окончательного формирования высоких технологических показателей этого времени недостаточно. Поэтому задержка на 50 дней с поступлением и последующей трансформацией растворимых азотистых веществ в безвредные белковые соединения не была компенсирована к началу уборки и переработки сырья. Таким образом, первой причиной снижения технологического качества сырья в сезоне 2019 г. стало неблагоприятное сочетание сложившихся климатических условий и применяемых технологий возделывания культуры. Второй причиной ухудшения технологических показателей сырья, произошедшего уже во второй половине вегетационного периода, стало увядание растений в силу низкой устойчивости зарубежных гибридов к неблагоприятным абиотическим стресс-факторам окружающей среды.

После июльских дождей, резко интенсифицировавших рост и развитие корнеплодов, с первой декады августа 2019 г. установилась жаркая погода, которая длилась до последней декады сентября. За указанный период (50 суток) эффективные атмосферные осадки

в количестве 13,3 мм выпали лишь во II декаде августа в виде ливневых дождей, что стало причиной непродуктивного использования влаги из-за её интенсивного стока. Первые эффективные осадки в количестве 18,7 мм выпали лишь в III декаде сентября.

Большинство используемых в Российской Федерации гибридов зарубежной селекции генетически имеют корнеплоды с высоким выступанием над почвой головной части, погружённость у которых составляет 65–75 %, с гладкой поверхностью и малым количеством боковых корневых волосков. С одной стороны, использование таких сортотипов позволяет снизить потери урожая при уборке, так как корнеплоды легче извлекаются из почвы без обрыва шейки и хвостовой части. Из-за незначительного количества корневых волосков в заготавливаемом ворохе сокращается содержание связанных балластных примесей (земли), что создаёт лучшие условия для хранения и переработки сырья. Однако в засушливых условиях данные морфологические особенности строения растений играют крайне негативную роль.

Из-за значительно выступающей над почвой головной части корнеплоды в случае наступления атмосферной засухи быстро утрачивают естественный тургор. Поскольку основная часть корневой системы у таких гибридов располагается в поверхностном слое почвы, при его пересыхании она не способна обеспечить растение влагой из более глубоких слоёв. Кроме того, при высушивании верхнего слоя почвы происходит обрыв корневых волосков, что резко повышает вероятность проникновения во внутренние ткани корнеплодов патогенной микрофлоры бактериальной природы, которая при отсутствии почвенной влаги активизируется и ищет

её источник в оводнённых тканях растений.

Поскольку за последние годы проблема возникновения корневых гнилей в период вегетации сахарной свёклы стала приобретать всё более широкие масштабы, начиная с 2011 г. сотрудниками ВНИИСС были проведены комплексные исследования, позволившие выявить как факторы, способствующие распространению корневых гнилей, так и возбудителей болезней.

Было установлено, что распространению болезней корня в период вегетации способствуют:

- возделывание неустойчивых гибридов;
- применение безотвальных способов основной обработки почвы;
- возделывание свёклы в трёх-четырёхпольных севооборотах;
- введение в севооборот ненадлежащих сельскохозяйственных культур;
- нарушение оптимальных сроков проведения посевных и уходовых работ;
- использование для посева культуры малогумусных почв с низкой супрессивностью [5].

Среди возбудителей болезней корнеплодов грибной этиологии преобладают грибы рода *Fusarium spp.*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Rhizopus*, а бактериальные заболевания вызывают бактерии *Pantoea agglomerans*, *Bacillus mesentericus*, *Rahnella aquatilis*, *Erwinia herbicola*, *Enterobacter amnigenus* и различные виды псевдомонад. При этом поражение, как правило, имеет смешанный характер, но на кислых почвах доминирующую роль играют фитопатогены грибной природы, а на нейтральных и щелочных – бактериальной. При изменении влагообеспеченности почвы может происходить варьирование баланса между возбудителями различной этиологии [6].

Поскольку увядание свёклы в период вегетации, чаще всего сопряжённое с развитием болезни корня различной этиологии, в последние годы стало приобретать массовый характер, возникла необходимость систематизировать степень поражения и оценить его влияние на лёжкоспособность и технологическое качество сырья.











Для оперативной оценки состояния посевов учёными ВНИИСС была разработана пятибалльная шкала [7], представленная в табл. 2. Как видно из материалов таблицы, даже опытный агроном-фитопатолог достоверно диагностирует наличие поражения при степени его развития в 2–3 балла, тогда как при поражении в 4–5 баллов сахарная свёкла является практически непригодной для промышленной переработки.

При поляриметрическом определении сахаристости корнеплодов невозможно адекватно оценить технологическое качество поступающего в переработку сырья, поскольку особенностью данного метода является установление видимой сахаристости, на величину которой влияет оводнённость тканей сахарной свёклы.

Дигестия здоровой свёклы (0 баллов) составляет 18,8 % при содержании сухих веществ в корнеплоде 26,04 %, а удельная доля сахарозы в сухих веществах – 72,08 %. При степени увядания в 3 балла, которая визуально легко диагностируется, видимая сахаристость возрастает до 19,6 %, но из-за повышения содержания сухих веществ в корнеплодах до 29,82 % доля сахарозы в сухих веществах снижается до 65,85 % [8, 9].

В свёкле со степенью увядания, оцениваемой в 1 балл, достоверно повышается содержание альфа-аминного азота (на 30 %) и редуцирующих веществ (на 20 %),

Таблица 2. Шкала определения степени увядания сахарной свёклы

| Балл увядания | Признаки болезни | | |
|---------------|---|---|--|
| 0 (контроль) |  |  | Здоровые растения: листовый аппарат находится в хорошо развитом состоянии, корнеплод выдёргивается из почвы с большим усилием. |
| 1 |  |  | Наблюдается усыхание единичных листьев, остальные могут иметь признаки увядания, корнеплод выдёргивается из почвы с меньшим усилием, его хвостовая часть изгибается без обламывания. |
| 2 |  |  | Наблюдается усыхание листьев нижнего яруса, остальные – привядшие, корнеплод выдёргивается из почвы с незначительным усилием, его нижняя часть (15 %) имеет ослабленный тургор, на разрезе измененный сосудистых пучков не обнаруживается, отмечаются изменения цвета хвостовой части корнеплода. |
| 3 |  |  | Наблюдается отмирание листового аппарата на 30–50 %, корнеплод выдёргивается из почвы легко, его нижняя часть (30 %) имеет ослабленный тургор, на разрезе могут быть видны изменения цвета сосудистых пучков, может наблюдаться потемнение хвостовой части корнеплода. |
| 4 |  |  | Отмечается отмирание листового аппарата на 50–75 %, корнеплод выдёргивается из почвы легко, нижняя его часть (50 %) имеет ослабленный тургор, на продольном разрезе отчетливо видно потемнение сосудистых пучков, наружные ткани хвостовой части корнеплода имеют серо-коричневый цвет, обнаруживается загнивание нижней части корнеплода. |

массовая доля солей кальция в очищенном соке увеличивается на 45 %, при этом его натуральная щёлочность уже становится отрицательной.

В свёкле, увядание которой оценивается в 2 балла, достоверно возрастает количество несахаров, влияющих на полноту извлечения сахарозы. Так, содержание калия повышается в среднем на 20 %, натрия – на 40 %, альфа-аминокислот азота – на 90 %. Содержание редуцирующих веществ возрастает на 30 %, а массовая доля солей кальция в очищенном соке – на 70 %.

В увядшей свёкле (3 балла) резко увеличивается концентрация веществ-мелассообразователей: содержание калия повышается в среднем на 50 %, натрия – на 100 %, альфа-аминокислот азота – на 175 %. Содержание редуцирующих веществ возрастает на 130 %. Массовая доля солей кальция в очищенном соке увеличивается до 0,068 % СаО, что в три раза превышает аналогичный показатель, полученный при переработке здоровой свёклы (0 баллов). Видимая сахаристость корнеплодов при этом составляет 19,6 %.

Если увядание свёклы оценивается в 4 балла, то коэффициент извлечения сахарозы при её переработке снижается до 0,657, тогда как при переработке здоровой свёклы он равен 0,801. Однако получить белый сахар, соответствующий по цветности даже нижним значениям требований ГОСТа, уже невозможно. Видимая сахаристость таких корнеплодов составляет 21,3 %.

Естественно, даже на одном поле степень увядания сахарной свёклы может колебаться в достаточно широком диапазоне значений, но в любом случае она будет снижать лёжкоспособность и технологическое качество всего объёма заготавливаемого сырья.

Окончание табл. 2

| Балл увядания | Признаки болезни | |
|---------------|---|---|
| 5 |  |  <p data-bbox="691 301 1002 618">Наблюдается полное усыхание листового аппарата, корнеплод выдёргивается из почвы без усилий, на 75 % и более он имеет ослабленный тургор, наружные ткани приобретают серо-коричневый или чёрный цвет, значительная часть корнеплода может быть поражена гнилью.</p> |

Третью причину, повлёкшую снижение технологических показателей корнеплодов, можно оценить как организационную. Имея в наличии мощный парк свеклоуборочной техники, многие агрохолдинги закончили уборку свёклы уже в I декаде ноября. Сахарная свёкла, не полностью вызревшая, подвяленная, была складирована в полевых кагатах, что стало причиной дальнейшего снижения её технологического качества за счёт интенсивного протекания физиологических процессов, и прежде всего дыхания. Используемая для осуществления дыхательных процессов сахароза стала дополнительным источником накопления в тканях корнеплодов как моносахаров, так и органических кислот, являющихся главным источником образования красящих веществ и солей кальция при их переработке.

Резюмируя вышеизложенное, очевидно, что климатические условия, сложившиеся в период вегетации 2019 г., в сочетании с технологическими и организационными факторами в процессе возделывания, заготовки и хранения сырья, стали причиной снижения его технологического качества, проявившегося в повышении цветности полупродуктов

и соответственно производимого сахара.

Список литературы

1. Информационный бюллетень Союза сахаропроизводителей России [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.rossahar.ru/бюллетень/>. Дата обращения 10.07.2020.
2. ГОСТ 33222-2015 Сахар белый. Технические условия. Введён 2016-07-01. — М. : Стандартинформ, 2019. — 19 с.
3. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1. «Сорта растений» (официальное издание). — М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. — 504 с.
4. Шпаар, Д. Сахарная свёкла (выращивание, уборка и хранение) / Д. Шпаар, Д. Дрегер, А. За-

харенко. — М. : ИД ООО «ДЛВ АГРОДЕЛО», 2012. — 315 с.

5. Селиванова, Г.А. Корневые гнили сахарной свёклы / Г.А. Селиванова, О.И. Стогниенко // Защита и карантин растений. — 2019. — № 10. — С. 16–17.

6. Стогниенко, О.И. Болезни сахарной свёклы, их возбудители / О.И. Стогниенко, Г.А. Селиванова. — Воронеж : ООО «Антарес», 2008. — 112 с.

7. Апасов, И.В. Изменение технологических качеств корнеплодов сахарной свёклы, поражённых сосудистым бактериозом / И.В. Апасов, Л.Н. Путилина, Г.А. Селиванова // Сахар. — 2014. — № 9. — С. 35–38.

8. Путилина, Л.Н. Технологическая оценка сахарной свёклы, инфицированной возбудителями сосудистого бактериоза в период вегетации / Л.Н. Путилина, Н.Г. Кульнева, Г.А. Селиванова, О.А. Землянухина // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. — 2016. — № 3 (69). — С. 239–247.

9. Путилина, Л.Н. Технологические качества и лёжкоспособность корнеплодов сахарной свёклы с разной степенью увядания / Л.Н. Путилина, Н.А. Лазутина, И.В. Черепухина // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК — продукты здорового питания. — 2019. — № 1. — С. 15–22.

Аннотация. В статье рассмотрены причины снижения технологического качества сахарной свёклы в ЦЧР в производственном сезоне 2019 г. Приведены факторы, способствующие распространению корневых гнилей и возбудителей болезней. Представлены результаты исследований ВНИИСС, обосновывающие особенности переработки корнеплодов с высокой сахаристостью.

Ключевые слова: сахарная свёкла, корневые гнили, увядание корнеплодов в период вегетации, технологические показатели.

Summary. The article considers the reasons for the decline in the technological quality of sugar beets in the Central Black Earth Region in the 2019 production season. Factors contributing to the spread of root rot and pathogens are given. The research results of All-Russian scientific research Institute of sugar beet and sugar, substantiating the peculiarities of processing root crops with high sugar content, are presented.

Keywords: sugar beet, root rot, wilting of root crops during the vegetation season, technological indicators.