

## ВЛИЯНИЕ СРОКОВ УБОРКИ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

М. И. Гуляка, С. Н. Гайтюкевич, Е. М. Кашевич,  
Е. А. Шкраба, В. В. Царегородцев

*Опытная научная станция по сахарной свекле (г. Несвиж, Беларусь)*

**Введение.** Получение стабильно высоких урожаев сахарной свеклы с хорошими технологическими качествами возможно лишь при максимальной мобилизации биологического потенциала гибридов и неукоснительном соблюдении технологии возделывания. Данное положение является важнейшей частью современного адаптивного земледелия. Свеклосахарное производство в Республике Беларусь за последние годы достигло определенных успехов в валовом производстве, урожайности корнеплодов и выработке сахара. В 2017 г. валовое производство сахарной свеклы составило 5,0 млн т при урожайности корнеплодов 49,3 т/га (в 2007 г. – 3,5 млн т). В последнее десятилетие наблюдается явный дисбаланс между объемами закупки сырья и мощностью переработки сахарных комбинатов. Как следствие, сезон переработки увеличивается с оптимальных 90–100 суток до 120–140 суток и более. С 2007 г. практикуется ранняя уборка свеклы с первой декады сентября, когда еще продолжают интенсивный прирост массы корнеплодов и накопление сахара, что ведет к значительному недобору урожая.

Среди основных факторов, в значительной мере определяющих продукционный процесс, важное место занимают метеорологические. Знание закономерностей проявления погоды на рост и развитие растений в отдельные периоды вегетации позволяет через систему агротехнических и организационных мероприятий ослабить отрицательное ее влияние на продуктивность и иметь более высокие и стабильные показатели по годам [2, 3]. Вегетационный период сахарной свеклы в Беларуси (относительно западноевропейского) короткий – 160–180 суток, и семена гибридов сахарной свеклы зарубежной селекции, особенно урожайного генотипа,

не всегда успевают реализовать свой потенциал продуктивности. Биологические особенности роста и развития сахарной свеклы таковы: медленное развитие в начале вегетации; интенсивный рост листьев в сочетании с увеличивающейся массой корнеплода и накоплением в нем сахара в июле и августе; затухающий рост корнеплода и увеличивающееся накопление сахара в сентябре. Среди факторов, в наибольшей степени влияющих на продуктивность и качество сахарной свеклы, главенствующая роль принадлежит условиям выращивания культуры – погоде, типу почвы, сорту и агротехнике. Из неуправляемых внешних условий особенно сильное влияние оказывает погода. Достаточное количество осадков в сочетании с нормальным температурным режимом на протяжении интенсивного роста сахарной свеклы обеспечивает формирование высокого урожая, а сухой и солнечный сентябрь – хорошее накопление сахара и улучшение других характеристик технологического качества корнеплодов. Отсюда следует, что ранняя копка свеклы сокращает продолжительность вегетационного периода на 30–40 суток, тем самым снижая урожайность и сбор сахара.

Однако если в силу сложившейся ситуации от ранних сроков уборки нельзя отказаться, нужно знать, какими путями можно снизить негативные последствия этого приема. В РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле» проводятся многолетние исследования, позволяющие ответить на возникающие в производстве вопросы.

**Условия и методика исследований.** Влияние погодных условий на динамику роста листьев и корнеплода сахарной свеклы, а также накопление сахара проводится в мониторинговом опыте с 1966 г. Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая, подстилаемая моренным суглинком, хорошо окультуренная. Агрохимические показатели 0–20 см слоя почвы: рН (КСИ) – 6,6–6,9, содержание гумуса – 2,6–2,8 %, подвижного фосфора – 254–308 и обменного калия – 240–303 мг/кг почвы. Севооборот: яровые зерновые, озимые зерновые, сахарная свекла. Площадь учетной делянки 25–50 м<sup>2</sup>, повторность – трех-, шестикратная. Агротехника возделывания свеклы – согласно отраслевому регламенту. Полевые исследования выполняли научные

сотрудники станции Н. П. Вострухин (1966–2006 гг.) и М. И. Гуляка (2007–2017 гг.). Ежегодно с 1 июля по 20 октября каждые 10 дней с посевной делянки всех повторений учитывали густоту насаждения, массу листьев и корнеплода, содержание сахара, альфа-аминного азота, калия и натрия. За весь период исследований агротехника свеклы в опыте не претерпела существенных изменений, за исключением смены районированных сортов и гибридов и средств защиты растений.

**Результаты и их обсуждение.** Как показывают многолетние мониторинговые исследования, в центральной зоне республики (Несвиж, Минская область) в сентябре продолжается интенсивный прирост массы корнеплода. В среднем за 52 года (1966–2017 гг.) он составил 100 г. Таким образом, при оптимальной густоте стояния растений сахарной свеклы 80–90 тыс. шт/га за сентябрь урожайность корнеплодов увеличивается на 8–10 т/га (табл. 1). Поскольку в начальный период исследований в опыте высевали сорта-популяции, имеющие биологический потенциал продуктивности ниже современных гибридов, то в последние годы этот прирост еще выше. За периоды 2006–2017 и 2012–2017 гг., когда использовались высокопродуктивные гибриды сахарной свеклы, прирост массы корнеплода в сентябре составил 132 и 168 г соответственно, а урожайности – 10,5–13,5 т/га.

Многолетними исследованиями установлено, что при уборке 1 сентября за период с 1966 по 2017 г. сахаристость ниже базис-

Таблица 1. Средняя масса и прирост корнеплода за декаду

| Годы             | Дата учета |         |            |           |            |           |            |           |
|------------------|------------|---------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|
|                  | 01.09      |         | 10.09      |           | 20.09      |           | 01.10      |           |
|                  | масса, г   | прирост | масса, г   | прирост   | масса, г   | прирост   | масса, г   | прирост   |
| 1966–1975        | 338        | –       | 368        | 30        | 398        | 30        | 421        | 23        |
| 1976–1985        | 312        | –       | 359        | 47        | 395        | 36        | 419        | 24        |
| 1986–1995        | 345        | –       | 367        | 22        | 393        | 26        | 421        | 28        |
| 1996–2005        | 514        | –       | 550        | 36        | 597        | 47        | 620        | 23        |
| 2006–2017        | 454        | –       | 508        | 54        | 551        | 43        | 586        | 35        |
| <b>1966–2017</b> | <b>393</b> | –       | <b>430</b> | <b>37</b> | <b>467</b> | <b>37</b> | <b>493</b> | <b>26</b> |
| 2012–2017        | 508        | –       | 578        | 70        | 629        | 51        | 676        | 47        |

**Таблица 2. Группировка лет по сахаристости корнеплодов ниже 16 % (1966-2017 гг.) (52 года)**

| Дата учета  | Количество лет (из 52 лет учетов) |    |
|-------------|-----------------------------------|----|
|             | Всего лет                         | %  |
| 1 сентября  | 34                                | 65 |
| 10 сентября | 24                                | 46 |
| 20 сентября | 19                                | 36 |
| 1 октября   | 7                                 | 13 |

ной (16 %) корнеплоды имели в 65 % от общего количества лет испытаний, 10 сентября – 46 %, 20 сентября – 36 %, 1 октября – 13 % (табл. 2).

Требования к установлению оптимальных сроков уборки сахарной свеклы определяются, кроме накопления урожайности корнеплодов, и содержанием в них сахара.

В идеале уборка должна начинаться, когда свекла достигает биологической спелости. У зерновых срок уборки легко установить по достигнутой спелости. У свеклы таких показаний нет. Можно считать свеклу спелой, когда она в течение нескольких дней затрачивает больше запасов энергии на дыхание, чем образует новые запасные вещества ассимиляцией. Но у здоровой свеклы этот срок наступает поздней осенью. Обычно у сахарной свеклы замедляется формирование корнеплода, но продолжается сахарообразование с накоплением сахара. При благоприятной солнечной погоде и здоровом листовом аппарате процесс продолжается вплоть до октября, а при отсутствии заморозков – до ноября [6, 7]. Переработка зрелой сахарной свеклы на заводе идет с низкими затратами материалов и топлива.

Д. Н. Прянишников писал: «Для одной и той же местности созревание наступает раньше или позже в зависимости от метеорологических условий, внесенного удобрения, густоты стояния растений, обработки почвы под свекловицу и пр. Так, при ясной и теплой осени свекла созревает скорее, чем при дождливых августе и сентябре; особенно может запоздать созревание, если в июле была сильная засуха, обусловившая остановку роста и отмирание листьев («принудительная спелость»), и если начавшиеся

осенью дожди вызвали вторичный рост с образованием новых листьев за счет уже отложившегося сахара. Густое стояние растений ускоряет (в известных пределах) созревание, причем, вероятно, здесь сказывается влияние меньшей влажности почвы при густом посеве; точно так же, благодаря высокой влажности ... свекла может созревать несколько позже... Из удобрений – азотистые вызывают запоздание созревания» [4].

Динамика накопления сахара в корнеплодах за период с 1966 по 2017 г. приводится в таблице 3, из которой видно, что в среднем за 52 года исследований на 1 сентября свекла не всегда достигает базисной сахаристости. А в неблагоприятных погодных условиях 2017 г. базисная сахаристость не была достигнута даже на 1 октября. Интенсивный прирост сахаристости наблюдался еще в октябре. Исходя из последних данных за последние 6 лет (2012–2017 гг.), прирост сахаристости за сентябрь составляет 1,2 %. Таким образом, начиная уборку сахарной свеклы в первой декаде сентября, свекловоды теряют 10–15 т/га урожайности корнеплодов и 1,2 % сахара.

В современной технологической оценке свеклы как сырья являются основополагающими не только показатели содержания в корнеплодах сахара, но и альфа-аминного азота, калия и натрия. Д. Шпааром определены следующие интервалы содержания в свекле: альфа-аминного азота – 1,45–2,25 ммоль/100 г, калия –

Таблица 3. Динамика сахаристости корнеплодов за 52 года

| Годы             | Дата определения            |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
|------------------|-----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                  | 10.07                       | 20.07       | 01.08       | 10.08       | 20.08       | 01.09       | 10.09       | 20.09       | 01.10       | 10.10       |
|                  | Сахаристость корнеплодов, % |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| 1966–1975        | 7,9                         | 9,6         | 11,3        | 13,9        | 14,4        | 15,4        | 16,7        | 17,8        | 18,0        | 17,9        |
| 1976–1985        | 7,6                         | 8,8         | 10,4        | 11,9        | 13,2        | 14,8        | 15,4        | 16,2        | 17,1        | 17,3        |
| 1986–1995        | 8,9                         | 11,0        | 13,4        | 14,7        | 15,5        | 16,4        | 16,9        | 17,2        | 17,6        | 18,1        |
| 1996–2005        | 9,5                         | 11,3        | 12,3        | 12,9        | 14,3        | 15,4        | 16,4        | 17,1        | 17,6        | 18,0        |
| 2006–2017        | 9,6                         | 11,0        | 12,4        | 13,8        | 14,6        | 15,3        | 15,7        | 16,1        | 16,8        | 17,2        |
| 2012–2017        | 10,0                        | 11,3        | 12,7        | 14,5        | 15,5        | <b>15,9</b> | <b>16,3</b> | <b>16,6</b> | <b>17,1</b> | 17,6        |
| <b>1966–2017</b> | <b>8,7</b>                  | <b>10,3</b> | <b>12,0</b> | <b>13,4</b> | <b>14,4</b> | <b>15,5</b> | <b>16,2</b> | <b>16,9</b> | <b>17,4</b> | <b>17,7</b> |
| 2017             | 8,6                         | 10,6        | 11,9        | 12,6        | 13,9        | 14,8        | 15,3        | 15,0        | 15,8        | 16,9        |

4,50–5,10 и натрия – 0,30–0,61 [6]. Согласно нашим расчетам, при базисной сахаристости 16 % калия 5,0 и натрия 0,5 увеличение альфа-аминного азота на каждые 1 ммоль ведет к потерям сахара в мелассе и снижению его расчетного выхода на 0,24 % [2].

Результатами исследований 2012–2017 гг. установлено, что содержание в корнеплодах свеклы альфа-аминного азота, калия и натрия при уборке в ранние сроки не превышает нормативных показаний, но сахаристость достигает базисной величины только к 10 сентября (табл. 4). Уборка свеклы 1 октября по сравнению с уборкой 1 сентября обеспечивает прибавку урожайности корнеплодов на 30,5 %, сахара на 1,2 % выхода сахара на 3,1 т/га. Кроме того, при более поздних сроках уборки снижается удельный расход сырья на производство одной тонны сахара. Из этого следует, что чем раньше начата уборка свеклы, тем больше недобор урожайности, хуже коэффициент извлечения сахара, больше удельный расход корнеплодов на получение 1 т сахара и меньше выход сахара с 1 га.

**Таблица 4. Влияние ранних сроков уборки на урожайность и качество корнеплодов, 2012–2017 гг.**

| Срок уборки | Урожайность корнеплодов |             | Содержание в корнеплодах |       |                    |      |      | Выход сахара |          | Удельный расход на 1 т сахара, т |
|-------------|-------------------------|-------------|--------------------------|-------|--------------------|------|------|--------------|----------|----------------------------------|
|             |                         |             | сахар                    |       | амN                | K    | Na   | т/га         | прибавка |                                  |
|             | т/га                    | прибавка, % | %                        | ±     | ммоль/100 г свеклы |      |      |              |          |                                  |
| 01.09       | 53,1                    | –           | 15,9                     | –     | 1,02               | 4,52 | 0,18 | 7,4          | –        | 7,2                              |
| 10.09       | 59,2                    | 11,5        | 16,3                     | + 0,4 | 1,04               | 5,21 | 0,52 | 8,5          | 1,1      | 7,0                              |
| 20.09       | 64,9                    | 22,2        | 16,6                     | + 0,7 | 1,12               | 4,41 | 0,43 | 9,5          | 2,1      | 6,8                              |
| 01.10       | 69,3                    | 30,5        | 17,1                     | + 1,2 | 1,31               | 4,58 | 0,40 | 10,5         | 3,1      | 6,6                              |

Западноевропейские селекционно-семеноводческие фирмы поставляют на рынок Беларуси большой ассортимент семян гибридов сахарной свеклы. Предлагаются гибриды разных генотипов: *E* – урожайный тип, который реализует высокий урожай сахара при высокой урожайности сахарной свеклы; *Z* – сахаристый тип, реализующий высокий выход сахара высоким содержанием сахара в корнеплодах; *N* – нормальный тип, который реализует высокий урожай сахара урожайностью и сахаристостью в равной

мере. Кроме этого, выделяют гибриды *NZ*-типа – нормально-сахаристые и *NE* – нормально-урожайные, однако четких различий между ними не выявлено [5, 1].

Исследованиями, проведенными в РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле» в 2000–2016 гг., установлено, что наибольшей экономичностью (сбор сахара с гектара, удельный расход корнеплодов на тонну сахара) выделяются сахаристый и нормально-сахаристый генотипы. Гибриды урожайного типа обеспечивают более низкий сбор сахара. Если для получения одной тонны сахара на заводе требуется переработать 5,9–6,1 т корнеплодов сахаристого типа, то урожайного – 6,2–7,0 т, что значительно увеличивает затраты завода на извлечение сахара (табл. 5).

**Таблица 5. Продуктивность и качество гибридов сахарной свеклы разных генотипов**

| Генотип       | Гибрид   | Урожайность, т/га | Сахаристость, % | Выход сахара, т/га | Расход сырья на 1 т сахара |
|---------------|----------|-------------------|-----------------|--------------------|----------------------------|
| 2000–2005 гг. |          |                   |                 |                    |                            |
| Сахаристый    | Кристалл | 57,1              | 18,6            | 9,4                | 6,1                        |
| Нормальный    | Ванесса  | 61,6              | 17,5            | 9,5                | 6,6                        |
| Урожайный     | Эрна     | 66,3              | 16,6            | 9,0                | 7,0                        |
| 2006–2008 гг. |          |                   |                 |                    |                            |
| Сахаристый    | Сильвана | 63,5              | 19,0            | 10,7               | 5,9                        |
| Нормальный    | Каньон   | 67,2              | 18,0            | 10,6               | 6,4                        |
| Урожайный     | Казак    | 69,7              | 17,5            | 10,6               | 6,6                        |
| 2013–2016 гг. |          |                   |                 |                    |                            |
| Сахаристый    | Алла     | 74,2              | 18,3            | 12,3               | 6,0                        |
| Нормальный    | Белполь  | 74,7              | 17,9            | 12,1               | 6,2                        |
| Урожайный     | Наркос   | 76,4              | 17,8            | 12,3               | 6,2                        |

Проведенные исследования показали, что гибриды сахаристого типа уже к 1 сентября достигают базовой сахаристости (табл. 6). Поэтому в случае необходимости ранней уборки сахарной свеклы предпочтение следует отдавать гибридам сахаристого типа. Кроме того, начинать раннюю копку надо с посевов, наиболее пострадавших от засухи, с сильным поражением листьев

**Таблица 6. Влияние срока уборки сахаристых гибридов на их продуктивность и качество (среднее, 2008–2010 гг.)**

| Срок уборки | Урожайность корнеплодов, т/га | Сахаристость, % | Выход сахара, т/га |
|-------------|-------------------------------|-----------------|--------------------|
| 1 сентября  | 57,6                          | 16,4            | 8,2                |
| 10 сентября | 63,0                          | 16,2            | 8,9                |
| 20 сентября | 65,2                          | 16,8            | 9,6                |
| 30 сентября | 67,5                          | 17,5            | 10,4               |
| ± к 1 сроку | +9,9                          | +1,1            | +2,2               |
| %           | 17,2                          | 6,7             | 26,8               |

и корнеплодов болезнями. Временной период «копка – переработка корнеплодов» должен быть минимальным.

Оптимальными для условий Беларуси являются сроки уборки не ранее 15–20 сентября. Причем в данном случае главным фактором, влияющим на качество сырья, будут погодные условия. Роль сорта заметно ниже, однако при прочих равных условиях необходимо проводить динамику с целью оценки и отбора гибридов, способных к началу сезона переработки иметь максимальную сахаристость. В этом случае предпочтение надо отдавать гибридам сахаристого типа.

Срок окончания массовой уборки сахарной свеклы наступает при устойчивых продолжительных заморозках (ниже минус 5 °С), т. е., учитывая многолетние погодные условия октября, заканчивать ее необходимо до 1 ноября.

**Заключение.** При ранних сроках уборки с первой декады сентября по сравнению с оптимальным сроком с 1 октября недобор урожая корнеплодов и сахаристости составляет 10–15 т/га, или 1,0–1,2 % соответственно (средние данные за 2012–2017 гг.).

В случае необходимости ранней уборки сахарной свеклы предпочтение следует отдавать гибридам сахаристого типа. Начинать раннюю копку надо с посевов, пострадавших от засухи, с сильным поражением болезнями. Временной период «копка – переработка корнеплодов» должен быть минимальным.

Наиболее экономичным свеклосахарное производство становится при проведении массовой уборки свеклы в период с 20–25 сентября по 25–30 октября.

## Литература

1. Вострухин, Н. П. Сахарная свекла / Н. П. Вострухин. – Минск : Минская фабрика цветной печати, 2011. – С. 106–117.
2. Вострухин, Н. П. Мониторинг динамики формирования урожайности и качества сахарной свеклы в Беларуси за 1966–2011 годы / Н. П. Вострухин, М. И. Гуляка. – Несвиж : Несвижская типография им. С. Будного, 2013. – С. 16–25.
3. Зубенко, В. Ф. Свекловодство. Проблемы интенсификации и ресурсосбережения / В. Ф. Зубенко. – Киев : Альфа-стевия ЛТД, 2005. – С. 77–94.
4. Прянишников, Д. Н. Частное земледелие / Д. Н. Прянишников. – М. : Сельхозгиз, 1931.
5. Тарануха, Г. И. Типы гибридов сахарной свеклы и их соответствие в сортоиспытании / Г. И. Тарануха, И. С. Бобровский // Состояние и пути развития производства сахарной свеклы в Республике Беларусь : материалы междунар. науч.-практ. конф., посвященной 75-летию Опытной станции по сахарной свекле Национальной академии наук Беларуси. – Минск : Юнипак, 2003. – С. 38–40.
6. Шпаар, Д. Выращивание сахарной свеклы / Д. Шпаар [и др.]. – М. : АГРОДЕЛО, 1998. – С. 37–73.
7. Шпаар, Д. Некоторые вопросы дальнейшей интенсификации выращивания сахарной свеклы в рамках устойчивого земледелия / Д. Шпаар // Пути интенсификации свеклосахарного производства в Республике Беларусь : материалы междунар. науч.-произв. конф., посвященной 70-летию Белорусской зональной опытной станции по сахарной свекле. – Минск : Юнипак, 2002. – С. 15–30.

УДК 576. 80:631.46:631.175:633.33

### **ВОЗДЕЙСТВИЕ *HUMICOLA FUSCOATRA* НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ И УРОЖАЙНОСТЬ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ В УСЛОВИЯХ ГЕРБИЦИДНОЙ НАГРУЗКИ**

**М. В. Колесникова, Н. В. Безлер**

*Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы  
и сахара имени А. Л. Мазлумова (п. Рамонь, Россия)*

В настоящее время загрязнение почв экосистем пестицидами приняло глобальный характер. Поступление их в почву в больших количествах в первую очередь влияет на биологические свойства почвы: снижается численность ассоциативных группировок