

## ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ ШЛИФОВАНИЯ ОКОЛОПЛОДНИКА НА ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

И.И. БАРТЕНЕВ<sup>1</sup>, Д.С. ГАВРИН<sup>1</sup>, А.В. НОВИКОВА<sup>2</sup>

(<sup>1</sup> ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт  
сахарной свеклы и сахара имени А.Л. Мазлумова»;  
<sup>2</sup> РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева)

*Околоплодник семени сахарной свеклы выполняет главным образом функцию предохранения собственно семени от механических повреждений. Толщина околоплодника, размер и масса собственно семени зависит, в основном, от условий выращивания семенных растений. Современные технологии предпосевной подготовки семян сахарной свеклы в обязательном порядке включают в себя прием удаления внешнего рыхлого паренхимного слоя околоплодника – шлифование. Данный прием предназначен для получения большей равномерности размерно-массовых характеристик семян, придания им округлой формы перед дальнейшим дражжированием. Кроме того, ранее проведенными исследованиями установлено улучшение посевных качеств (энергии прорастания, лабораторной всхожести) у шлифованных семян за счет частичного удаления ингибиторов прорастания, содержащихся в околоплоднике, что является биологической особенностью семян свеклы. Проведенные нами исследования по влиянию степени удаления околоплодника на фракционный состав и посевные качества семян сахарной свеклы позволили уточнить имеющиеся данные по аналогичным исследованиям. Так, в частности, определены оптимальные режимы шлифования семян (удаление до 30% околоплодника), повышающие начальную энергию прорастания семян в среднем на 10%, а также обеспечивающие наименьшее травмирование семян, выражающееся преимущественно в раскрытии крышечек околоплодника. При этом получен наибольший выход деловых фракций семян, пригодных для последующего дражжирования.*

**Ключевые слова:** сахарная свекла, семена, околоплодник, шлифование, посевные качества, фракционный состав.

### Введение

Анализ литературных данных и производственный опыт показывает, что размерные характеристики околоплодника свеклосемян, определяющие в большой степени их разнокачественность по фракционному составу и влагоаккумулирующие свойства, не являются постоянной величиной. Они зависят как от почвенно-климатических зон и приемов выращивания, так и от физико-механического воздействия на семена, начиная с первичной очистки вороха, перемещения семян (транспортировка, затаривание) и заканчивая приемами очистки, калибрования и шлифования сырья, необходимыми при современных способах предпосевной подготовки (рис. 1).

При этом, если механическое шлифование на специальных устройствах происходит принудительно с целью изменения размеров семян, то шлифование (самошлифование) семян наблюдается в процессе транспортировки, перемещении в силосах семенных заводов, при посеве за счет воздействия рабочих органов сеялок и происходит самопроизвольно за счет осыпания верхнего слоя околоплодника. Это может привести к изменению фракционного состава и выравненности уже калиброванных семян, что нежелательно. Принудительное же механическое шлифование семян можно выделить как важнейший технологический прием, закладывающий основу для

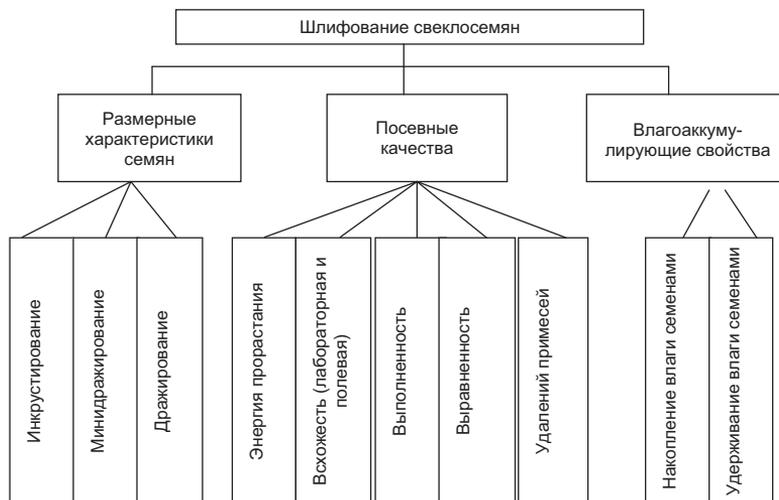
дальнейшей предпосевной подготовки семян и влияющий непосредственно на их качественные характеристики. Шлифование семян производится на специальных шлифовальных установках различных по своему принципу действия. Главным требованием к технологическому процессу шлифования является сохранность от повреждений внутреннего твердого склеренхимного слоя клеток околоплодника, выполняющих защитные функции относительно собственно семени.



**Рис. 1.** Факторы, влияющие на размерные характеристики семян

Удаление верхнего, легко отшелушиваемого паренхимного слоя клеток околоплодника позволяет снизить разнокачественность семян по размерным характеристикам. Кроме этого, шлифование повышает выполненность свеклосемян, уменьшает количество примесей и частично удаляет трудноотделимые семена сорных растений. В ряде исследований отмечается повышение энергии прорастания и лабораторной всхожести у шлифованных семян за счет удаления части ингибиторов прорастания, находящихся в околоплоднике [7]. Последними исследованиями, проведенными в данном направлении П.Н. Путилиным (2005), установлено значительное повышение энергии прорастания и лабораторной всхожести у шлифованных семян сахарной свеклы в сравнении с нешлифованными [4]. Однако в этой работе для опытов были взяты низковсхожие семена с энергией прорастания 56% и лабораторной всхожестью 76%, что не отвечает требованиям действующего в настоящее время ГОСТ 32066–2013 (Семена сахарной свеклы. Посевные качества. Общие технические условия) [5]. Кроме того, отсутствуют данные по показателю доброкачественности семян. Поэтому эти исследования требуют уточнения.

Проведенный анализ литературных данных по химическому составу семян показал, что количество ингибирующих веществ во внутренней склеренхимной ткани околоплодника и собственно семени значительно превышает количество ингибиторов во внешнем паренхимном слое околоплодника, удаляемом при шлифовании [1, 2]. На этом основании можно сделать предположение, что шлифование нельзя характеризовать как операцию, повышающую всхожесть семян за счет удаления только ингибиторов роста. Следует также учитывать, что содержащиеся в верхнем слое околоплодника ингибиторы в первую очередь легко синтезируются при взаимодействии с влагой и переходят в экстрактивные ростостимулирующие вещества. В то же время, как показали проведенные нами исследования, удаление части околоплодника шлифованием может оказывать влияние и на влагоаккумулирующие свойства семян, а, следовательно, и на их прорастание в условиях неустойчивого увлажнения (рис. 2).



**Рис. 2.** Влияние шлифования на технологические приемы и качественные показатели семян

### Материалы и методы исследований

Исследования проводились в лабораторных условиях в 2018–2019 гг. на базе отдела семеноводства и семеноведения ВНИИСС им. А.Л. Мазлумова. В качестве исходных образцов были взяты фракции 3,5–4,5 и 4,5–5,5 мм одной партии семян диплоидного гибрида Рамонской селекции РМС-120 урожая 2018 года. Посевные качества семян составляли: у фракции 3,5–4,5 мм – выполненность 98,6%, энергия прорастания 87,0%, лабораторная всхожесть 91,0%; у фракции 4,5–5,5 мм – выполненность 97,2%, энергия прорастания 91,0%, лабораторная всхожесть 94,0%. Для подготовки семян была использована лабораторная шлифовальная установка шнекового типа (рис. 3). Данный тип устройства позволяет в зависимости от продолжительности процесса шлифования удалять необходимое количество околоплодника за счет воздействия рабочих органов и трения семян между собой.



**Рис. 3.** Лабораторная шлифовальная установка

Так как собственно семя отличается по массовым характеристикам от околоплодника, процент шлифования определяли в зависимости от изменения объема семян в мерном стакане – на 10–20%, 20–30%, 30–40% и 40–60%. Для определения динамики энергии прорастания семян учет данного показателя проводили на третий, четвертый, пятый и шестой день. Показатель лабораторной всхожести определяли на десятый день от посева [6]. Определение посевных характеристик семян проводили в четырехкратной повторности. Статистическая обработка экспериментальных данных осуществлялась согласно методике Б.А. Доспехова [3].

## Результаты и их обсуждение

Анализ результатов исследований показал, что у шлифованных на 10–20 и 20–30% семян энергия прорастания в начальный период наблюдений (3-й день) была на 7–8% выше, чем в контроле. Однако на пятый день показатели энергии прорастания в экспериментальных вариантах и контроле достоверных различий не имели. При более глубоком шлифовании – на 30–60% энергия прорастания семян в сравнении с контролем повысилась на 5–10%. Однако в последующем энергия прорастания снизилась в сравнении с контролем. На пятый день наблюдений данный показатель составлял 81–83% у мелкой фракции и 82–87% у крупной фракции семян (табл. 1). Это можно объяснить частичным повреждением собственно семян при глубоком шлифовании поверхности околоплодника. Шлифование также позволило удалить часть пустых семян и повысить показатель выполненности с 98,6 до 99,4% у фракции 3,5–4,5 мм и с 97,2 до 99,2% у фракции 4,5–5,5 мм.

Таблица 1

### Влияние размеров околоплодника на посевные качества семян сахарной свеклы

| Варианты опыта                      | Масса 1000 семян, г |            | Выполненность, % |            | Энергия прорастания, % |            |            | Лабораторная всхожесть, % | Добротность, % | Масса 100 проростков, г |
|-------------------------------------|---------------------|------------|------------------|------------|------------------------|------------|------------|---------------------------|----------------|-------------------------|
|                                     | 3,5–4,5 мм          | 4,5–5,5 мм | 3,5–4,5 мм       | 4,5–5,5 мм | 3-й день               | 4-й день   | 5-й день   |                           |                |                         |
| 1. Семена нешлифованные (контроль)  | 12,8                | 18,4       | 98,6             | 97,2       | 47*<br>51*             | 79<br>85   | 87<br>91   | 91,0<br>94,0              | 92,3<br>96,7   | 1,45<br>1,62            |
| 2. Околоплодник ошлифован на 10–20% | 11,9                | 16,9       | 99,3             | 98,4       | 54<br>59               | 83<br>86   | 87<br>92   | 91,2<br>96,2              | 91,8<br>97,6   | 1,65<br>1,77            |
| 3. Околоплодник ошлифован на 20–30% | 10,8                | 15,1       | 99,2             | 98,7       | 56<br>59               | 84<br>89   | 89<br>92   | 90,8<br>95,1              | 92,0<br>96,3   | 1,52<br>1,75            |
| 4. Околоплодник ошлифован на 30–40% | 9,2                 | 13,9       | 99,4             | 99,0       | 57<br>60               | 81<br>79   | 83<br>87   | 89,0<br>91,3              | 89,5<br>92,2   | 1,36<br>1,57            |
| 5. Околоплодник ошлифован на 40–60% | 8,3                 | 12,0       | 99,4             | 99,2       | 52<br>57               | 76<br>78   | 81<br>82   | 86,0<br>87,0              | 86,5<br>87,7   | 1,32<br>1,49            |
| НСР <sub>05</sub>                   | 1,2                 | 1,5        | 0,5              | 0,4        | 4,0<br>5,1             | 3,8<br>5,5 | 3,5<br>4,2 | 3,0<br>4,3                | 1,7<br>1,6     | 0,5<br>0,7              |

\* – фракция 3,5–4,5 мм

\* – фракция 4,5–5,5 мм

Показатель доброкачественности семян с увеличением степени шлифования снижался. Так, если при удалении 10–30% околоплодника доброкачественность семян составляла 92,0–97,6%, а при шлифовании на 30–40% околоплодника – 89,5–92,0%, то при шлифовании на 40–60% данный показатель не превышал 86,5–87,7%. Масса проростков в сравнении с контролем несколько повышалась при проведении поверхностного (щадящего) шлифования околоплодника на 20% и снижалась при снятии околоплодника на 30 и 40%. Снижение массы проростков при глубоком шлифовании околоплодника можно объяснить удалением части органических экстрактивных и минеральных веществ, содержащихся в околоплоднике.

Опытами было установлено, что шлифование оказывает значительное влияние и на фракционный состав калиброванных семян (табл. 2).

Таблица 2

### Результаты шлифования фракции 3,5–4,5 мм

| Степень шлифования      | Фракция, мм (%) |          |          |         |         |
|-------------------------|-----------------|----------|----------|---------|---------|
|                         | 2,5–3,0         | 3,0–3,25 | 3,25–3,5 | 3,5–4,0 | 4,0–4,5 |
| 1. Без шлифования       | -               | -        | 9,4      | 46,5    | 44,1    |
| 2. Шлифование на 10–20% | 57,3            | 17,9     | 14,8     | 10,0    | -       |
| 3. Шлифование на 20–30% | 89,2<br>(3,2)   | 7,2      | 3,6      | -       | -       |
| 4. Шлифование на 30–40% | 96,1<br>(9,0)   | 3,9      | -        | -       | -       |

\* – процент поврежденных семян

Анализ приведенных данных показал, что шлифование фракции 3,5–4,5 мм на 10–20% позволяет использовать до 57% семян фракции 2,5–3,0 мм для дражирования, а 43% семян фракций в пределах 3,0–4,0 мм для минидражирования и инкрустирования. Шлифование околоплодника на 20–30% дает возможность применять дражирование при предпосевной подготовке основной партии семян. Дальнейшее увеличение степени шлифования привело к травмированию до 9% обрабатываемых семян (раскрытие крышечек околоплодника) (табл. 3). Шлифование крупной фракции 4,5–5,5 мм увеличивало диапазон размеров семян. Наиболее предпочтительнее шлифование на 10–20% и 20–30%. В этом случае в меньшей степени происходило травмирование семян, а их фракционный состав находился в пределах от 3,2 до 4,5 мм (шлифование на 10–20%) и от 3,0 до 4,0 мм (шлифование на 20–30%). Это позволяет проводить инкрустацию семян (до 80%) и минидражирование (до 20%). Дальнейшее увеличение степени снятия околоплодника приводит к существенным потерям семян при использовании установки шнекового типа.

**Результаты шлифования фракции 4,5–5,5 мм**

| Степень шлифования      | Фракция, мм (%) |                |          |         |         |         |         |
|-------------------------|-----------------|----------------|----------|---------|---------|---------|---------|
|                         | 2,5–3,0         | 3,0–3,25       | 3,25–3,5 | 3,5–4,0 | 4,0–4,5 | 4,5–5,0 | 5,0–5,5 |
| 1. Без шлифования       | -               | -              | -        | 1,9     | 11,1    | 52,4    | 34,6    |
| 2. Шлифование на 10–20% | -               | -              | 14,3     | 18,8    | 50,7    | 16,2    | -       |
| 3. Шлифование на 20–30% | -               | 10,4           | 31,1     | 46,5    | 12,0    | -       | -       |
| 4. Шлифование на 30–40% | -               | 19,3<br>(9,0') | 48,4     | 32,3    | -       | -       | -       |
| 5. Шлифование на 40–60% | 19,4<br>(10,0') | 19,3<br>(8')   | 36,8     | 24,5    | -       | -       | -       |

\* – процент поврежденных семян

**Выводы (заключение)**

Таким образом, проведенные исследования показали, что операция шлифования оказывает влияние на посевные качества семян. Установлено, что при поверхностном шлифовании околоплодника (до 30%) наблюдается повышение энергии прорастания семян на третий и четвертый день от посева, а также увеличение массы проростков в среднем на 10%. При глубоком шлифовании околоплодника на 30–40 и 40–60%, наоборот, снижаются лабораторная всхожесть и доброкачественность семян и уменьшается масса проростков. В связи с этим требуется совершенствование процесса шлифования, позволяющее минимизировать количество поврежденных семян при снятии околоплодника более 30% от их объема.

**Библиографический список**

1. *Бартенев И.И., Подосинников И.В.* Химический состав семян сахарной свеклы и его роль в прорастании / И.И. Бартенев, И.В. Подосинников // Инновационные направления в химизации земледелия и сельскохозяйственного производства: Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием и Всероссийской Школы молодых ученых (19–21 июня 2019 г.). – Белгород, 2019. – С. 393–396.
2. *Герман К., Майнхард Ю., Добрев П., Линкис А.* 1-Аминоциклопропан-1-карбоновая кислота и абсцизовая кислота во время прорастания сахарной свеклы: сравнительное исследование плодов и семян // Журнал экспериментальной ботаники, т. 58 – № 11. – 2007. – С. 3047–3060.
3. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта / М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
4. *Путилин П.И.* Влияние технологии дражирования семян на урожай и качество сахарной свеклы: дисс. канд. с-х. наук. – Воронеж. – 2005. – 131 с.

5. Семена сахарной свеклы. Посевные качества. Общие технические условия: ГОСТ 32066–2013. – Введ. 2014–07–01. – Международный совет по стандартизации, метрологии и сертификации; М: Стандартинформ, 2014. – 15 с.

6. Семена сахарной свеклы. Методы определения всхожести, однородности и доброкачественности: ГОСТ 22617.2–94. – Введ. 1997–01–01. – Минск: Международный совет по стандартизации, метрологии и сертификации; М: Изд-во стандартов, 1997. – 6 с.

7. Шпаар Д., Дрегер Д., Захаренко А. Сахарная свекла: Учебно-практическое руководство по выращиванию сахарной свеклы. Под редакцией Д. Шпаар. – Мн.: «ФУА Информ», 2000–256 с.

## EFFECT OF PERICARP DEFUZZING ON THE SEEDING QUALITY OF SUGAR BEET SEEDS

I.I. BARTENEV<sup>1</sup>, D.S. GAVRIN<sup>1</sup>, A.V. NOVIKOVA<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>All-Russian Research Institute of Sugar Beet and Sugar named after A.L. Mazlumov;  
<sup>2</sup>Russian Timiryazev State Agrarian University)

*The pericarp of a sugar beet seed performs the main function of protecting the seed itself from mechanical damage. The pericarp thickness, as well as the seed size and weight depend mainly on the growing conditions of seed plants. Modern technologies for the pre-sowing treatment of sugar beet seeds without fail include the method of removing the external loose parenchyma of the pericarp – defuzzing. This technique is used to obtain greater uniformity of the size and mass characteristics of seeds, to give them a more rounded shape before further pelleting. In addition, previous studies have also established an improvement in sowing qualities (germination energy and laboratory germination) in debuzzed seeds due to the partial removal of germination inhibitors contained in the pericarp, which is biologically peculiar of beetroot seeds. The studies conducted to state the effect of the pericarp removal degree of sugar beet seeds on their fractional composition and sowing qualities made it possible to specify the available data. So, in particular, the optimal seed debuzzing modes have been determined (ensuring removal of up to 30% of the pericarp), which increase the initial energy of seed germination by an average of 10%, and also provide the least possible damage to seeds, expressed mainly in the opening of pericarp caps. In this case, the highest yield of commercial fractions of seeds suitable for subsequent pelleting was obtained.*

**Key words:** sugar beet, seeds, pericarp, debuzzing, sowing qualities, fractional composition.

### References

1. Bartenev I.I., Podosinnikov I.V. Khimicheskiy sostav semyan sakharnoy svekly i yego rol' v prorstanii [Chemical composition of sugar beet seeds and its role in germination] / I.I. Bartenev, I.V. Podosinnikov // Innovatsionnyye napravleniya v khimizatsii zemledeliya i sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva: Materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem i Vserossiyskoy Shkoly molodykh uchenykh (June 19–21, 2019). – Belgorod, 2019: 393–396. (In Rus.)

2. German K., Maynkhard Yu., Dobrev P., Linkis A. 1-Aminotsiklopropan-1-karbonovaya kislota i abstsizovaya kislota vo vremya prorstaniya sakharnoy svekly: sravnitel'noye issledovaniye plodov i semyan [1-Aminocyclopropane-1-carboxylic acid and abscisic acid during the germination of sugar beets: a comparative study of fruits and seeds] // Zhurnal eksperimental'noy botaniki, 58; 11: 2007: 3047–3060. (In Rus.)

3. *Dospekhov B.A.* Metodika polevogo opyta [Methods of the field experiment] / M.: Agropromizdat, 1985: 351. (In Rus.)

4. *Putilin P.I.* Vliyaniye tekhnologii drazhirovaniya semyan na urozhay i kachestvo sakharnoy svekly: diss. kand. s-kh. nauk [Influence of seed pelleting technology on the yield and quality of sugar beet: PhD (Ag) thesis]. – Voronezh. – 2005: 131. (In Rus.)

5. Semena sakharnoy svekly. Posevnyye kachestva. Obshchiye tekhnicheskiye usloviya: GOST 32066–2013 [Seeds of single-seed sugar beets. Sowing qualities (technical conditions): GOST 10882–93. – Introduced on 2014–07–01]. – Mezhdunarodnyy sovet po standartizatsii, metrologii i sertifikatsii; M: Standartinform, 2014: 15. (In Rus.)

6. Semena sakharnoy svekly. Metody opredeleniya vskhozhesti, odnorostkovosti i dobrokachestvennosti: GOST 22617.2–94 [Seeds of sugar beets. Methods for the determination of germination, single-shoot and benign: GOST 22617.2–94]. – Introduced on 1997–01–01. – Minsk: Mezhdunarodnyy sovet po standartizatsii, metrologii i sertifikatsii; M: Izd-vo standartov, 1997: 6. (In Rus.)

7. *Shpaar D., Dreger D., Zakharenko A.* Sakharnaya svekla: Uchebno-prakticheskoye rukovodstvo po vyrashchivaniyu sakharnoy svekly [Sugar beet: Practical guide to growing sugar beets]. Ed. by D. Shpaar. – Mn.: “FUA Inform”, 2000: 256. (In Rus.)

**Бартенев Игорь Иванович** – заведующий отделом семеноводства и семеноведения сахарной свеклы с элементами механизации, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара имени А.Л. Мазлумова», кандидат технических наук, п. ВНИИСС, Рамонский р-н, Воронежская область, Россия, e-mail: vniiss@mail.ru.

**Гаврин Денис Сергеевич** – научный сотрудник отдела семеноводства и семеноведения сахарной свеклы с элементами механизации, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара имени А.Л. Мазлумова», кандидат сельскохозяйственных наук, п. ВНИИСС, Рамонский р-н, Воронежская область, Россия, e-mail: vniiss@mail.ru.

**Новикова Алла Владимировна** – доцент кафедры технологии хранения плодовоовощной и растениеводческой продукции, ФГБНУ Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева, кандидат сельскохозяйственных наук, Москва, Россия, e-mail: navbaa@mail.ru

**Igor I. Bartenev** – Head of the Department of Seed Growing and Seed Research of Sugar Beets with Elements of Mechanization, All-Russian Research Institute of Sugar Beets and Sugar named after A.L. Mazlumov, PhD (Eng), VNIISS, Ramon District, Voronezh Region, Russia, e-mail: vniiss@mail.ru.

**Denis S. Gavrin** – Research Associate, the Department of Seed Growing and Seed Research of Sugar Beets with Elements of Mechanization, All-Russian Research Institute of Sugar Beets and Sugar named after A.L. Mazlumov, PhD (Ag), VNIISS, Ramon District, Voronezh Region, Russia, e-mail: vniiss@mail.ru.

**Alla V. Novikova** – Associate Professor, Department of Storage Technologies for Fruit-and-Vegetable and Crop Products, Russian Timiryazev State Agrarian University, PhD (Eng), Moscow, Russia, e-mail navbaa@mail.ru