

## ВВЕДЕНИЕ

Одна из основных задач пищевой отрасли РФ – изготовление качественного и безопасного продукта, который не только не навредит здоровью человека, но и будет обладать биологической активностью, положительно влияющей на организм человека.

В настоящее время практически ни одно производство пищевых продуктов не обходится без применения добавок различного функционального назначения: усилителей вкуса, ароматизаторов, антиокислителей, консервантов, эмульгаторов, стабилизаторов, загустителей, красителей (Шачек и др., 2017). Применение красителей диктуется требованиями потребителей. Они позволяют восстановить или повысить интенсивность окраски готового продукта, которая снижается в результате воздействия на исходные сырьевые компоненты различных технологических факторов, таких как температура, влага и др. Для придания различных оттенков продуктам производители используют как натуральные (природного происхождения), так и синтетические (органической и неорганической природы) красители.

Свекла столовая (*Beta vulgaris* L. subsp. *vulgaris* var. *conditiva* Alef.) является источником натурального красителя, разрешенного Госсанэпиднадзором России к применению и известного как пищевая добавка E-162 и Регламентом по пищевым добавкам (ЕС) № 1333/2008 (Regulation (EC), 2008). Это ценная овощная корнеплодная культура, характеризующаяся высокой продуктивностью, скороспелостью, длительной сохранностью корнеплодов, а также содержанием биологически активных веществ, витаминов, минеральных элементов, красящего пигмента бетанина и азотистого вещества бетаина, обладающих целебными свойствами (Henriette, 2009; Буренин и др., 2016; Гинс и др., 2016). Она обладает выраженным противовоспалительным, противомикробным, антиканцерогенным действием (Clifford et al., 2015; Kumar, Su-Ling Brooks, 2018). За последние 15 лет проведено большое количество исследований, подтверждающих терапевтические свойства культуры, а именно ее значительный антимикробный потенциал. С точки зрения антимикробных свойств, более чувствительными к беталаинам и фенольному составу свеклы столовой являются грамм-положительные бактерии (*Bacillus* Cohn, *Listeria innocua* Seeliger et Schoofs, *Staphylococcus* Rosenbach, *Streptococcus* Rosenbach), являющиеся возбудителями множества инфекционных заболеваний человека (Nasiłowska et al., 2019). Вышесказанное подтверждает ценность культуры для здоровья человека.

Оттенки красного цвета, используемые в промышленности, производятся в основном двумя группами растительных пигментов: антоцианами и беталаинами. Большинство цветковых растений вырабатывает красно-фиолетовые пигменты – антоцианы (Юдина и др., 2021). Исключение составляют представители нескольких семейств порядка Caryophyllales, в которых синтезируются беталаины.

Окраска корнеплодов свеклы столовой варьирует от белой до темно-бордовой и определяется наличием и концентрацией беталаиновых пигментов, которые подразделяются на две группы: бетацианины и бетаксантины. Бетацианины формируют красно-фиолетовую и пурпурную окраску, бетаксантины – желтую. Бетацианины являются основным классом пигментов свеклы столовой, а бетаксантины составляют, как правило, лишь несколько процентов от общего количества. Основным пигментом в группе беталаинов является бетанин (бетанидин 5-О-β-глюкозид). Его доля составляет 70–95 % (Von Elbe, 2001; Sawicki et al., 2016). Он представляет собой гликозид: его сахарной частью служит глюкоза, а агликоном – бетанидин. Это нетоксичное соединение, проявляющее выраженные противовоспалительные и антиканцерогенные свойства, что вызывает растущий к нему интерес как при производстве продуктов питания, так и в фармацевтической и косметической промышленности (Tesoriere et al., 2004; Jiratanan and Liu, 2004; Stintzing, Carle, 2007). Известно, что бетанин свеклы столовой является антиоксидантом с исключительно высокой активностью по выведению свободных радикалов и модулятором окислительного стресса (Vinson et al., 1998).

Экстракт свеклы столовой, содержащий беталаины, представляет собой розовые или фиолетовые пигменты. Они известны в качестве пищевой добавки по коду E-162 (бетанин) в Европейском союзе и 73.40 (свекольный порошок) Управления по продовольствию и медикаментами (FDA). E-162 в основном применяется для окраски фруктовых йогуртов, детского питания, мороженого, джемов, жевательных резинок, соусов и супов. Тот же пигмент используется в косметических и фармацевтических препаратах. Бетанин разрушается под воздействием света, тепла и кислорода. Поэтому он часто используется в замороженных и высушенных продуктах, а также в продуктах с небольшим сроком хранения.

Данные рекомендации разработаны для выращивания свеклы столовой с целью выделения красящего пигмента бетанина с учетом агроклиматических и почвенных характеристик Ленинградской области. Практическое применение рекомендаций не должно быть формальным и шаблонным. Высокая эффективность может быть достигнута при гибком подходе с учетом данных рекомендаций и индивидуального творческого подхода конкретного хозяйства.

## Оглавление

Введение .....	5
Биологические особенности свеклы столовой и требования к условиям выращивания .....	7
Биологический цикл развития .....	7
Требования к теплу .....	8
Требования к влаге .....	8
Требования к свету .....	9
Требования к почве .....	9
Минеральное питание .....	10
Раздельноплодность .....	11
Бетанин. Динамические изменения содержания .....	13
Подбор сортов. Морфофизиологические признаки свеклы столовой с высоким содержанием бетанина .....	17
Происхождение сорта .....	20
Климатические и почвенные характеристики Ленинградской области РФ .....	23
Агротехника .....	24
Севооборот .....	24
Обработка почвы .....	24
Посев .....	26
Удобрение .....	26
Защита от вредителей, сорняков и болезней .....	27
Уборка урожая .....	28
Список литературы .....	29
Приложение 1. Краткие характерные особенности сортоформ свеклы столовой .....	31
Приложение 2. Взаимосвязи между морфометрическими признаками растений свеклы столовой .....	34
Приложение 3. Агротехника выращивания свеклы столовой для получения бетанина в Ленинградской области .....	35
Приложение 4. Болезни и вредители свеклы столовой, характерные для Ленинградской области РФ .....	38
Приложение 5. Методика спектрофотометрического определения содержания бетанина .....	41