

## **РЕКОМЕНДУЕМЫЕ СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ СИНИЛЬНОЙ КИСЛОТЫ В МАНИОКЕ И ПРОДУКТАХ ИЗ МАНИОКА**

**(CAC/RCP 73-2013)**

### **ВВЕДЕНИЕ**

1. Синильная кислота — это летучее соединение которое быстро испаряется в воздухе при температуре выше 28°C и быстро растворяется в воде. Поэтому ее можно не обнаружить при транспортировке, хранении и анализе проб.
2. Синильную кислоту выделяют цианогенные гликозиды, которые содержатся в самых разных растениях, включая горький миндаль, сорго, маниок, луновидную фасоль, косточковые плоды и побеги бамбука. Поэтому меры по снижению содержания и удалению синильной кислоты (HCN) должны быть направлены на прекурсоры — цианогенные гликозиды и циангидрины.
3. Синильная кислота может оказывать токсическое воздействие как на человека, так и на животных, и степень этого воздействия зависит от поступившего в организм количества кислоты.
4. Содержащий синильную кислоту маниок — одна из ведущих сельскохозяйственных культур. Растения маниока, включая корнеплоды, также содержат фермент линамаразу, расщепляющий цианогенные гликозиды с высвобождением циангидрина, который при низком уровне кислотности распадается, в результате чего образуется синильная кислота. Степень распада цианогенных гликозидов и возможное высвобождение синильной кислоты зависит от количества линамаразы в тканях маниока. Степень разрушения тканей, кислотность продукта и термическая обработка являются ключевыми факторами при определении концентрации остаточных цианогенов в продуктах из маниока. Очевидно, что при высоких концентрациях цианогенных гликозидов концентрация синильной кислоты также может быть выше.

### **ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ**

5. Цель настоящего документа — предоставить национальным и местным органам власти, а также производителям и другим заинтересованным организациям указания по организации производства продуктов из маниока с безопасными концентрациями остаточных цианогенных соединений.

### **ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ**

6. В настоящем документе описываются проверенные способы удаления и (или) снижения концентрации синильной кислоты в продуктах из маниока. Выбирая из описанных в настоящем документе способов оптимальный, необходимо оценить их пользу и осуществимость. Внедрение описанных мер осуществляется в соответствии с применимыми национальным и международным законодательством и стандартами.
7. Известно, что соблюдение правил организации производства, например надлежащей производственной практики, может предотвратить образование синильной кислоты или значительно снизить ее концентрацию в продуктах из маниока.

### **МЕРЫ СНИЖЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ПРЕКУРСОРОВ СИНИЛЬНОЙ КИСЛОТЫ**

8. Потенциальное содержание солей синильной кислоты в маниоке зависит от сорта маниока, условий окружающей среды произрастания (например, засуха) и времени сбора урожая.

9. Выведенные сорта с низким содержанием солей синильной кислоты могут быть полезны при попытках снизить содержание синильной кислоты в культивируемом маниоке. Для горьких сортов маниока особенно важное значение имеет первичная обработка.
10. Важно правильно выбрать время сбора урожая, поскольку, как показывают исследования, в поздно собранных корнеплодах маниока содержание солей синильной кислоты, как правило, выше.

## СТАНДАРТНЫЙ ПРОЦЕСС ПРОИЗВОДСТВА

11. Проводимая надлежащим образом обработка остается эффективным методом снижения содержания цианогенных соединений до минимальных концентраций. Однако при недостаточной или плохо выполненной обработке, как это бывает во время голода или социальных потрясений, а также в стремлении как можно быстрее выпустить продукт на рынок, уровни остатков синильной кислоты в готовом продукте могут быть высокими.
12. Процесс производства продуктов из маниока может варьироваться в зависимости от того, какой конечный продукт желают получить. К продуктам из маниока, помимо прочего, относят гари, фуфу, маниоковую муку, маниоковый крахмал (тапиоку), маниоковые чипсы и т. д. На рисунках 1–8 показаны этапы процессов производства некоторых продуктов из маниока.

## ПРОИЗВОДСТВО ГАРИ

13. Гари — ферментированный гранулированный пищевой продукт из маниока. Процесс производства гари включает отбор корнеплодов маниока, очистку от кожуры, мытье, измельчение на терке, обезвоживание и ферментацию с последующими просеиванием, обжаркой, охлаждением/сушкой и упаковкой. Как правило, этапы идут в следующей последовательности.
  - a. **Отбор.** Для последующей обработки отбирают свежие и доброкачественные корнеплоды маниока.
  - b. **Очистка от кожуры.** В процессе очистки от кожуры снимают верхний несъедобный слой корнеплода, в котором, как известно, концентрация цианогенных гликозидов наиболее высока.
  - c. **Мытье.** На этом этапе удаляют остатки земли и другие загрязнения. Чтобы снизить микробиологическую нагрузку, рекомендуется мыть корнеплоды также перед очисткой от кожуры.
  - d. **Измельчение корнеплодов маниока на терке.** Очищенные и вымытые корнеплоды маниока измельчают при помощи ручной либо механической терки. Ручная терка зачастую представляет собой металлическую пластину с пробитыми гвоздем отверстиями. Во время измельчения на терке цианогенные гликозиды гидролизуются ферментом линамаразой.
  - e. **Обезвоживание и ферментация.**
    - i. При традиционном способе ферментирования обезвоживание и ферментация происходят одновременно: тертый маниок складывают в мешок, а на мешок кладут груз или используют гидравлический пресс.
    - ii. Именно благодаря ферментации гари приобретает узнаваемый вкус. Ферментация может длиться от 12 до 24 часов, в результате чего получается гари без ярко выраженного вкуса и с высоким содержанием крахмала, или от 48 до 164 часов, после чего гари приобретает кислый вкус и почти не содержит крахмала.

- iii. В процессе ферментирования, особенно если речь идет о ферментации в течение 12–24 часов, циангидрины — промежуточные продукты распада цианогенных гликозидов быстро расщепляются, высвобождая синильную кислоту, которая, в свою очередь, также быстро испаряется. Однако если процесс ферментирования затягивается, в полученной массе формируется кислотная среда (чем объясняется кислый вкус), которая замедляет самопроизвольное расщепление циангидринов, и они остаются в пищевом продукте. При нормальных условиях хранения процесс расщепления таких циангидринов происходит достаточно медленно и ускоряется только при контакте с щелочью и (или) нагревании.
- f. **Просеивание.** Просеивание необходимо, чтобы удалить крупные комки и волокна и получить однородный продукт, который будет проще равномерно обжарить.
- g. **Обжаривание.** После просеивания ферментированный тертый маниок выкладывают на сковороду и обжаривают до тех пор, пока не испарится влага. При необходимости во время обжаривания добавляют пальмовое масло, как это делают в некоторых регионах Нигерии. Обжарка влияет на количество остаточных цианогенных соединений в конечном продукте и на срок годности / сохранность продукта.

#### **ПРОИЗВОДСТВО ФУФУ И СУХОЙ СМЕСИ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ФУФУ**

14. Процесс производства фуфу и сухой смеси для приготовления фуфу включает следующие этапы: очистку корнеплодов от кожуры, мытье, нарезку, ферментацию, разминание и просеивание/толчение, обезвоживание и сушку. Этапы идут в следующей последовательности.
- a. Отбор свежих и доброкачественных корнеплодов маниока.
  - b. **Очистка от кожуры.** В процессе очистки от кожуры снимают верхний несъедобный слой корнеплода, в котором, как известно, концентрация цианогенных гликозидов наиболее высока.
  - c. **Мытье.** Очищенные от кожуры корнеплоды маниока моют водой.
  - d. **Нарезка.** Мытые корнеплоды маниока нарезают на мелкие кусочки, чтобы ускорить процесс ферментации.
  - e. **Ферментация.** Продукт складывают в баки или другую подходящую тару и оставляют на 3–4 дня.
  - f. **Разминание/толчение.** Ферментированные кусочки маниока разминают, а полученную массу протирают через сито. Если корнеплоды маниока недостаточно мягкие, чтобы размять их руками, их натирают на терке. Чтобы удалить оставшиеся волокна, в получившуюся массу добавляют воду и пропускают через фильтр.
  - g. **Обезвоживание.** Чтобы удалить излишки воды, при производстве фуфу полученную массу складывают в мешок из тканого полиэтилена, а сверху кладут груз или используют гидравлический пресс.
  - h. **Сушка.** Чтобы получить сухую смесь для быстрого приготовления фуфу, обезвоженную смесь выкладывают сушиться на солнце или используют механическую сушилку.

## СУШЕНЫЕ МАНИОКОВЫЕ ЧИПСЫ

15. Маниоковые чипсы — это сушеные ломтики свежего чистого маниока. Производство чипсов из сушеного маниока включает следующие этапы: очистку от кожуры, нарезку ломтиками или пластинками и сушку.
- a. **Очистка от кожуры.** В процессе очистки от кожуры снимают верхний несъедобный слой корнеплода, в котором, как известно, концентрация цианогенных гликозидов наиболее высока.
  - b. **Нарезка ломтиками/пластинками.** После нарезки ломтиками значительная часть поверхности корнеплода маниока оказывается на воздухе, что позволяет ускорить сушку. Чтобы максимально ускорить процесс сушки и получить готовый продукт высокого качества, очищенные от кожуры корнеплоды маниока следует нарезать на тонкие ломтики толщиной до 10 мм.
  - c. **Сушка.** Перед сушкой на солнце ломтики маниока выкладывают на любую ровную поверхность. Готовые чипсы из сушеного маниока должны быть белого цвета, чистыми и без каких-либо посторонних включений. Хранить такие чипсы можно продолжительное время.

## ДРУГИЕ ПРОДУКТЫ ИЗ МАНИОКА

16. Популярную закуску — маниоковые чипсы — готовят из экструзионной муки или чипсов из сушеного маниока.
- a. **Очистка от кожуры.** В процессе очистки от кожуры снимают верхний несъедобный слой корнеплода, в котором, как известно, концентрация цианогенных гликозидов наиболее высока.
  - b. **Нарезка пластинками.** После нарезки пластинками значительная часть поверхности корнеплода маниока оказывается на воздухе, что позволяет ускорить сушку. Чтобы максимально ускорить процесс сушки и получить готовый продукт высокого качества, очищенные от кожуры корнеплоды маниока следует нарезать на тонкие пластинки толщиной до 2 мм.
  - c. **Обжаривание, тепловая обработка при температуре выше 180°C.** Когда поверхность высыхает, внутри продукта остается влага.
17. Маниоковый крахмал — один из наиболее популярных видов крахмала в пищевой промышленности. Его используют как загуститель или эмульгатор, а также добавляют в кондитерские изделия. Производство маниокового крахмала включает такие этапы, как отбор корнеплодов, очистка от кожуры, мытье, измельчение на терке, выделение крахмала и сушка.
- a. **Отбор корнеплодов.** Корнеплоды маниока отбирают специально для получения крахмала.
  - b. **Очистка от кожуры.** В процессе очистки от кожуры снимают верхний несъедобный слой корнеплода, в котором, как известно, концентрация цианогенных гликозидов наиболее высока.
  - c. **Мытье.** Очищенные от кожуры корнеплоды маниока моют водой.
  - d. **Измельчение на терке.** Очищенные от кожуры и мытые корнеплоды измельчают на терке, чтобы высвободить гранулы крахмала, а затем добавляют воду для экстракции крахмала.

- e. **Выделение крахмала.** Крахмал отделяют от мякоти и воды осаждением или центрифугированием.
  - f. **Сушка.** Крахмал высушивают на солнце или используют сушилку, после чего измельчают и просеивают.
18. Есть и другие пищевые продукты из маниока: лафун — неферментированная маниоковая мука, акиеке — приготовленные на пару мелкие гранулы из мякоти маниока, чикванге, била — популярное на Фиджи блюдо из вымоченного маниока, фаринья — популярное в Бразилии блюдо из жареного маниока, бикеди — традиционный продукт из ферментированных корней маниока, нтобамбоди — суп с хрустящими ферментированными листьями маниока (оба блюда популярны в Конго), бамми — популярные на Ямайке печеные/жареные маниоковые лепешки. Способы их производства, как правило, включают перечисленные выше этапы. Однако в ряде случаев некоторые этапы могут отличаться (например, замачивание, заворачивание корнеплодов и т. д.).

### РЕКОМЕНДАЦИИ НА ОСНОВЕ НАДЛЕЖАЩЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ

19. Необходимо тщательно выбирать сорта маниока для посадки.
20. Важно не допускать или свести к минимуму вероятность как засушливых условий (например, с помощью орошения), так и условий, способствующих получению корнеплодов с избыточным содержанием влаги.

### РЕКОМЕНДАЦИИ НА ОСНОВЕ НАДЛЕЖАЩЕЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ

21. Выбор сырья

**Выбор корнеплодов маниока.** Корнеплоды маниока, предназначенные для приготовления пищевых продуктов, необходимо отправлять на обработку как можно скорее после сбора урожая.

22. Выбранные из партии корнеплоды маниока должны быть высокого качества и с минимальным количеством вмятин и механических повреждений. Корнеплоды маниока не должны быть испорченными или волокнистыми.

### ПРОИЗВОДСТВО ПРОДУКТОВ ИЗ МАНИОКА

23. Технологические схемы производства различных продуктов из маниока приведены на рисунках 1–7. Ниже приводятся рекомендации для каждого этапа производства, включенного в технологические схемы. Этапы перечислены в произвольном порядке.
24. **Очистка от кожуры.** Корнеплод очищают от кожуры чистым ножом из нержавеющей стали. Необходимо убедиться, что несъедобная кожура удалена полностью, поскольку концентрация токсичных цианогенных гликозидов в ней наиболее высока.
25. **Мытье.** Очищенные от кожуры корнеплоды необходимо вымыть водой не менее двух раз, чтобы удалить остатки кожуры, песка и других загрязняющих веществ.
26. **Измельчение на терке.** Корнеплод маниока измельчают на терке из нержавеющей стали. В результате разрушения тканей корнеплода происходит быстрое расщепление цианогенных гликозидов.
27. **Вымачивание.** Корнеплоды обычно вымачивают в воде от 1 до 3 дней до или после нарезки ломтиками. При этом начинается процесс ферментации, в результате которого ломтики приобретают кислый вкус, который особенно ценят некоторые потребители. Кроме того,

именно на этом этапе происходит распад синильной кислоты, и продукт становится безопасным для употребления в пищу. Согласно рекомендациям Национального исследовательского института корневых культур в Нигерии, вымачивание ломтиков маниока в течение 15 минут с последующим 2-минутным бланшированием позволяет снизить содержание синильной кислоты до оптимального уровня.

28. **Ферментирование.** Мякоть маниока складывают в чистый мешок и завязывают. После этого продукт оставляют на 2–3 дня, в течение которых происходит ферментация. Мешки складывают таким образом, чтобы они не контактировали с песком или землей, которые могут попасть в мякоть. Жидкость из мешков должна стекать свободно. Процесс ферментирования должен продолжаться не менее 2 дней, чтобы гарантировать детоксикацию солей синильной кислоты. Настоятельно не рекомендуется пропускать этап ферментации мякоти и вместо этого использовать оставленные на ночь корнеплоды маниока, поскольку в приготовленном таким способом гари неизменно окажется большое количество солей синильной кислоты.
29. **Прессование.** По окончании процесса ферментации мякоть в мешках кладут под пресс, чтобы удалить остатки жидкости. Прессование считается законченным, если из мешков с мякотью не стекает жидкость. Если не довести процесс обезвоживания до конца, во время обжарки будут образовываться комки, что значительно снизит качество и объем готового гари.
30. **Измельчение жмыха / протирание или просеивание.** Образовавшийся в результате обезвоживания/прессования мякоти маниока жмых измельчают чистыми руками, а затем просеивают/протирают через сито из нержавеющей стали в чистую емкость. Рекомендуется использовать сито из нержавеющей стали.
31. **Обжаривание.** Продукт обжаривают в большой неглубокой чугунной сковороде, постоянно помешивая кусочком тыквы или деревянной лопаткой, до тех пор, пока влага из продукта (в данном случае, гари) полностью не испарится.
32. **Охлаждение.** Обжаренный продукт складывают в чистую емкость, а затем раскладывают на ровной поверхности, застеленной чистым полиэтиленом или белой тканью, и дают остыть до комнатной температуры.
33. **Упаковка.** Для упаковки продуктов из маниока следует использовать чистые материалы, способные обеспечить защиту от влаги и насекомых и гарантировать, что продукт останется свежим и сохранит свои питательные, физические и органолептические свойства. Упаковочный материал не должен выделять токсических веществ или придавать продуктам из маниока нежелательный вкус или запах.
34. **Нарезка ломтиками.** Чтобы ускорить сушку, корнеплоды маниока нарезают ломтиками толщиной не более 10 мм.
35. **Сушка.** Должна проводиться с соблюдением санитарно-гигиенических норм: в местах, где не скапливается пыль и куда не могут проникнуть животные и птицы.
36. **Хранение.** Готовый продукт или сухую смесь для быстрого приготовления хранят в прохладном, сухом, хорошо вентилируемом месте, куда не проникнут насекомые или вредители.
37. **Тепловая обработка.** Поскольку цианогенные гликозиды термоустойчивы, для приготовления на открытом огне и последующего употребления в пищу используют только сладкие сорта маниока, содержащие малое количество солей синильной кислоты.

## ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

38. Национальным, государственным и местным органам власти, а также неправительственным организациям (НПО, коммерческие ассоциации и кооперативы) следует поддерживать

выращивание маниока, распространяя высокоурожайные и хорошо приспособленные сорта маниока с низким содержанием солей синильной кислоты и методы обработки, которые позволят снизить содержание остатков цианогенов в пищевых продуктах из маниока.

39. Другим эффективным способом снижения потребления цианогенных гликозидов могут стать кампании по популяризации других основных культур, овощей, бобовых и фруктов с целью снизить дневное потребление солей синильной кислоты и разнообразить рацион.
40. Необходимо распространять информационные материалы с рекомендациями на основе надлежащей производственной практики и методами снижения остатков цианогенов в продуктах из маниока среди тех, кто производит маниок и продукты из маниока в малых объемах непромышленным способом.
41. Органы, обеспечивающие безопасность пищевых продуктов, совместно с органами мониторинга общественного здравоохранения могут рассмотреть вопрос о распространении тест-наборов (например, наборов пикратной бумаги) для мониторинга концентрации солей синильной кислоты в продуктах из маниока в месте использования и концентрации тиоцианата в моче среди населения.

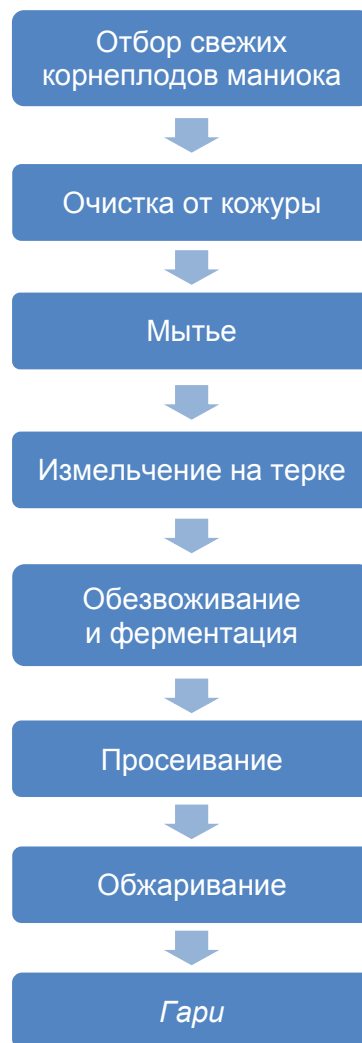


Рис. 1. Технологическая схема производства гари.



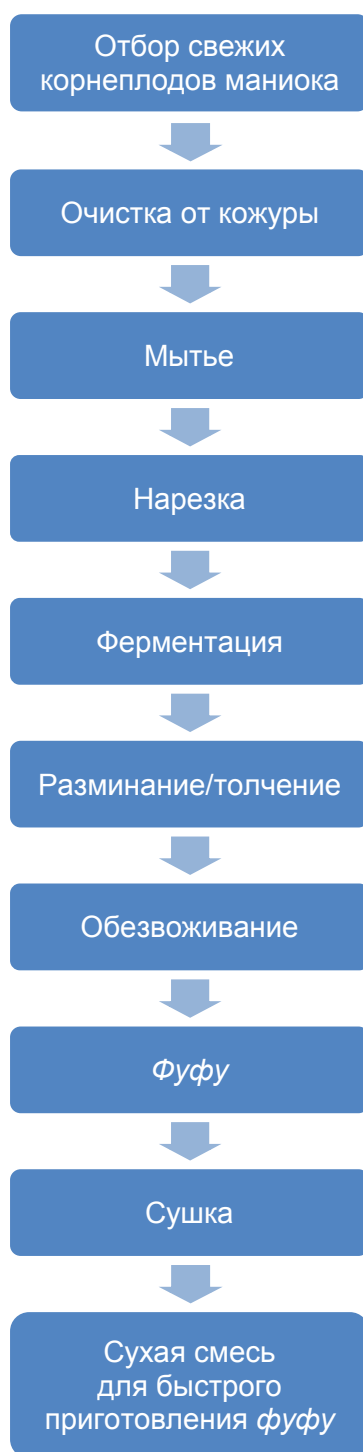


Рис. 2. Технологическая схема производства фуфу / сухой смеси для быстрого приготовления фуфу.

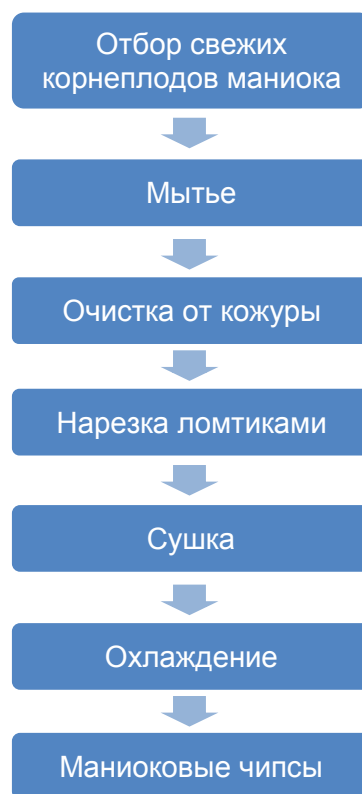


Рис. 3. Технологическая схема производства маниоковых чипсов.

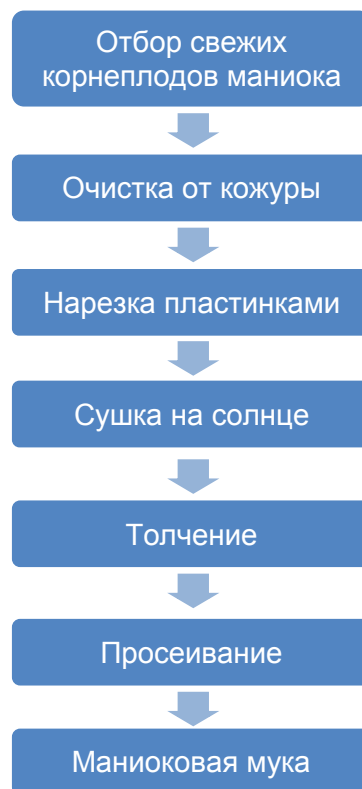


Рис. 4. Технологическая схема производства неферментированной маниоковой муки.

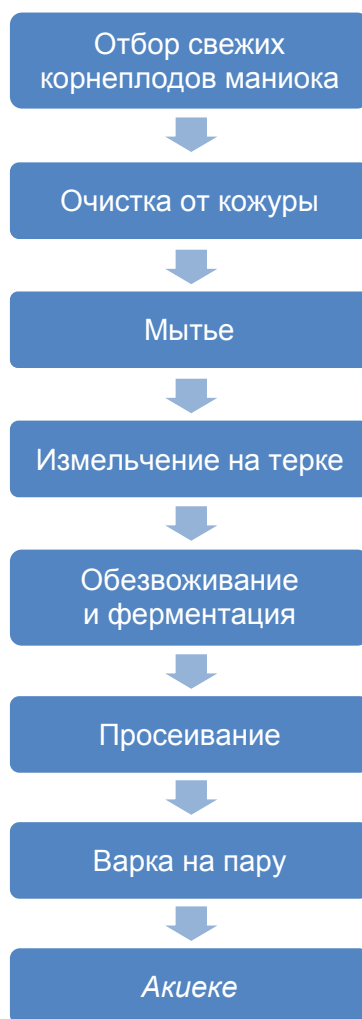


Рис. 5. Технологическая схема производства акиеке.



Рис. 6. Технологическая схема производства чикванге.



Рис. 7 Технологическая схема производства маниокового крахмала



Рис. 8 Технологическая схема производства бамми