

## РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЗРЕЛЫХ ЯБЛОК В КОНТЕКСТЕ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

*Д. Г. Кручиреску*

*Кишиневский технический университет,  
Публичное учреждение «Научно-практический институт садоводства,  
виноградарства и пищевых технологий», г. Кишинев, Молдова,  
dcrucirescu@mail.ru*

Использование органических отходов является особо важной экологической проблемой современного общества. Актуальна разработка и внедрение технологий, обеспечивающих низкий уровень выбросов парниковых газов.

После нормировки урожая (прореживание завязей) плодов в яблоневых садах около 20% ожидаемого урожая становятся отходами и не используются в пищевых целях. Незрелые плоды яблонь являются источником природных органических кислот и ценных питательных веществ. Полученные из них продукты могли бы заменить кислоты химического происхождения, используемые в пищевой промышленности, и повысить пищевую ценность пищевых продуктов.

Утилизация незрелых яблок будет способствовать защите окружающей среды от вредных выбросов в результате анаэробного брожения, улучшению качества почвы и воздуха, извлечению энергии из полученных отходов. Таким образом, рациональное использование незрелых плодов яблони будет способствовать решению двух задач: экономической и экологической.

Ключевые слова: органические отходы, незрелые яблоки, устойчивое развитие, парниковые газы.

Утилизация органических отходов и рациональное использование сырья является важнейшей проблемой в отрасли переработки растительной продукции.

В пищевой промышленности и в сельском хозяйстве разработан и внедрен ряд экологически безопасных технологий, которые обеспечивают более эффективное управление всеми ресурсами (энергией, водой, парниковыми газами, побочными продуктами и/или отходами, упаковкой и т. д.) [1].

На ранней стадии созревания яблок, после физиологических опадов, проводят агротехническую операцию «корректировка плодовой нагрузки», после которой около 25–30% от ожидаемого урожая (особенно в годы с недостаточным увлажнением почвы) становятся отходами [2, 3]. Значительное количество незрелых плодов не используется в пищу, а превращается в зеленую массу в качестве удобрения [4] или просто оставляется на земле. Яблочные отходы после анаэробного брожения приводят к вредным выбросам парнико-

вых газов, ухудшению качества почвы и воздуха, а также, появлению неприятных запахов.

По результатам исследований, проведенных на незрелых яблоках (табл. 1) [5], можно сделать вывод о том, что они содержат ценные и нативные питательные вещества, такие как полифенольные соединения, органические кислоты, углеводы, минеральные вещества, пектиновые вещества, крахмал и др.

Таблица 1

**Характеристика физико-химических показателей незрелых яблок в качестве сырья [5]**

Наименование показателей	Значения
Водорастворимые сухие вещества, %	10,0–13,9
Титруемая кислотность (выраженная в яблочной кислоте), %	1,7–3,0
pH	2,5–3,0
Полифенольные вещества, мг/дм <sup>3</sup>	200–500

Нативные органические кислоты, обнаруженные в незрелых яблоках, среди которых преобладает яблочная кислота (около 70–90%) [6], могут использоваться в качестве подкислителя в пищевой промышленности, заменяя кислоты химического происхождения и улучшая пищевую ценность пищевых продуктов. Содержание органических кислот при развитии плодов уменьшается, так как большая часть кислот используется в процессе дыхания и превращается в углеводы [7]. Таким образом, содержание углеводов в яблоках значительно увеличивается при переходе от стадии незрелости к физиологической зрелости плода.

Содержание фенольных веществ и антиоксидантная способность выше в незрелых яблоках и существенно снижается при созревании [8]. Фенольные соединения продемонстрировали сильные антиоксидантные свойства в различных системах, проявляя биологическую активность благодаря своим цитопротекторным свойствам [9]. Эти соединения способствуют снижению риска различных заболеваний, таких как рак, коронарные и нейродегенеративные заболевания (болезнь Альцгеймера и Паркинсона) [10].

В последние годы возрос интерес исследователей к природным полисахаридам (особенно к пектинам) как источникам широкого спектра биологически активных веществ и возможности применения в фармакологии [11, 12]. Их используют, в частности, для детоксикации организма человека от соединений тяжелых металлов. Содержание пектиновых веществ выше в незрелых яблоках.

Прошлые практики бесконтрольной утилизации органических отходов сегодня неприемлемы. В настоящее время стандарты охраны окружающей среды стали намного строже, рекуперация энергии (табл. 2) и переработка питательных и органических веществ стали необходимостью. В результате переработки незрелых яблок образуются органические отходы (выжимки, осадок на фильтре, остатки), которые также могут быть утилизированы путем извлечения ценных веществ (полисахаридов, пектиновых веществ, минераль-

ных солей, органических кислот и т. д.) или путем компостирования и использования компоста в сельском хозяйстве.

Таблица 2

**Объем биогаза из яблочных отходов и количество энергии после анаэробной ферментации (данные [13] обработаны автором)**

Продукт	Объем, м <sup>3</sup>	Масса, т	Объем биогаза, м <sup>3</sup>	Электроэнергия, кВт·ч	Тепловая энергия, кВт·ч
Отходы яблок	1	0,3	2,6	4,6	9,4

Значительные объемы яблок в фазе раннего созревания, получаемые при регулировании урожайной нагрузки, а также потребность в натуральных подкислителях для использования в пищевой промышленности, ставят основной задачей использование этих яблок для переработки и получения продуктов потребления человеком со значительным содержанием нативных органических кислот и других ценных питательных веществ.

Утилизация незрелых яблок будет способствовать:

- защите окружающей среды от вредных выбросов в результате анаэробного брожения с последующим улучшением качества почвы (за счет исключения брожения биомассы на почве и ее удобрения золой, полученной от сжигания биомассы) и воздуха (уменьшение неприятных запахов);
- получению энергии из образующихся органических отходов;
- улучшению экологических и экономических показателей производства;
- достижению некоторых целей устойчивого развития (задачи: 15, 13, 12, 2, 7, 8) [14].

**Библиографический список**

1. Sîrbu A. Productia agro-alimentară în contextul Dezvoltării Durabile, Educatie, Cercetare, Progres Tehnologic // Buletinul AGIR Supliment. 2015. No. 3. P. 146–151.
2. Purification, characterization and antioxidant activities of polysaccharides from thinned-young apple / J. Dou, Y. Meng, L. Liu, J. Li, D. Ren, Y. Guo // International Journal of Biological Macromolecules. 2015. Vol. 72. P. 31–40. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2014.07.053
3. Effect of different drying processes on the physicochemical and antioxidant properties of thinned unripe apple / W. Q. Chen, Y. R. Guo, J. Zhang, X. R. Zhang, Y. H. Meng // International Journal of Food Engineering. 2015. Vol. 11. P. 207–219. doi: 10.1515/ijfe-2014-0211
4. Peşteanu A., Calestru O. Reglarea încărcăturii de rod la pomii de măr de soiul Golden Reinders prin diverse metode de rărire // Ştiinţa agricolă. 2017. No. 2. P. 37–42.
5. Processes for producing an acidifier from apples / R. Golubi, E. Iorga, V. Bucarciuc, S. Arnăut, D. Crucirescu // Patent No. 1286. 2018.
6. Ackermann J., Fischer M., Amad Ó. R., Changes in sugars, acids, and amino acids during ripening and storage of apples (Cv. Glockenapfel) // Journal of Agricultural and Food Chemistry. 1992. Vol. 40. No. 7. P. 1131–1134. doi: 10.1021/jf00019a008
7. The epigenome and transcriptional dynamics of fruit ripening / J. Giovannoni, C. Nguyen, B. Ampofu, S. Zhong, Z. Fei // Annual Reviews Plant Biological. 2017. Vol. 68. P. 61–84. doi: 10.1146/annurev-arplant-042916-040906

8. Wojdyło A., Oszmiański J. Antioxidant Activity Modulated by Polyphenol Contents in Apple and Leaves during Fruit Development and Ripening // *Antioxidants*. 2020. Vol. 9. No.7. P. 567. doi: 10.3390/antiox9070567

9. Cytoprotective effect of phenolic extract from brazilian apple peel in insulin-producing cells / L. S. Yassin, A. Alberti, A. A. F. Zielinski, H. R. O. Emilio, A. Nogueira // *Current Nutrition and Food Science*. 2017. Vol. 13. P. 1–6. doi: 10.2174/1573401313666170427125753

10. Hyson D. A. A Comprehensive review of apples and apple components and their relationship to human health // *Advances in Nutrition*. 2011. Vol. 2. No. 5. P. 408–420. doi: 10.3945/an.111.000513

11. Pectins functionalized biomaterials; a new viable approach for biomedical applications: A review / A. Noreen, Z.-I.-H. Nazli, J. Akram, I. Rasul, A. Mansha, N. Yaqoob, R. Iqbal, S. Tabasum, M. Zuber, K. M. Zia // *Interational Journal of Biological Macromolecules*. 2017. Vol. 101. P. 254–272. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2017.03.029.

12. Biological activities and pharmaceutical applications of polysaccharide from natural resources: A review / Y. Yu, M. Shen, Q. Song, J. Xie // *Carbohydrate Polymer*. 2018. Vol. 183. P. 91–101. doi: 10.1016/j.carbpol.2017.12.009.

13. Tehnologii actuale de obtinere a biogazului, *Gazeta de Agricultura*, Categorie: Energie regenerabila 23 Iunie 2013. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.gazetadeagricultura.info/eco-bio/565-energie-regenerabila/14414-tehnologii-actuale-de-obtinere-a-biogazului.html> (дата обращения: 21.10.2022).

14. Цели в области устойчивого развития [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/sustainable-development-goals/> (дата обращения: 21.10.2022).