CODEX ALIMENTARIUS
国际食品标准
联合国粮食及农业组织
世界卫生组织
E-mail: codex@fao.org - www.codexalimentarius.org

食品生产和加工中水的安全使用和再利用准则

CXG 100-2023

2023 年通过，2024 年修订

2024修订内容

根据2024年11月举行的食品法典委员会第四十七届会议所作决定，新增了附件III。

1. 引言

水在食品链的各个阶段都发挥着重要作用。从最初的水源获取、储存、处理、分配、用于农作物灌溉和动物饲料，到初级生产、食品加工，直至最终食品的消费，无一环节能够离得开水。水被用作原料，与食品、食品包装直接或间接接触（例如清洗、冷却产品或清洁设备表面），并用于食品加工中的卫生消毒。鉴于水在食品生产中的重要性，有必要确保其安全和质量，因为水可能成为疾病传播的载体，导致食品污染或产生异常感官性状。

全球水资源日益减少，并非所有食品生产商和加工商都能获得安全的水源，还可能在获取方面面临限制。鉴于在不同国家和地区、不同环境和场所、不同食品企业，水资源的可用性和微生物质量都各不相同，水应始终适合用于各种特定用途，并应以确保食品安全的方式进行水资源管理，同时避免不必要的消耗和浪费。

在食品生产和加工链的各个环节，对水的微生物质量要求可能不尽相同。除饮用水外，其他类型的水可以适用于特定用途，只要不危及最终产品的消费者安全即可。

因此，在考虑水的安全要求时应结合具体情境，换言之，要考虑水的使用目的、与水的使用相关的潜在危害，以及是否具备后续措施，以降低食品链中潜在的污染风险。

采用基于风险的方法来规划水资源的获取、处理、管理、储存和使用，有助于识别与水及其使用相关的危害，并酌情确定需要对水采取的处理程序，以满足各种预期用途的安全参数。这种方法有利于根据按预期目的/需求选用适当类型的水的原则，来解决与水资源再利用相关的许多获取和安全方面的挑战。

判断水是否适合特定用途，应基于考虑各项风险因素的危害分析，比如考虑水源方面的风险因素、食品最终用途方面的风险因素（例如食品是否用于生食且未采取能减轻水源潜在危害的措施），以及管理方案，如水处理方案及其有效性，以及采用多重屏障措施来降低风险。

本准则旨在回应制定文件以介绍一种基于风险的方法的需求，该方法用于应对适合特定用途的水的安全获取、使用和再利用事宜，而非仅仅关注饮用水或其他质量类型的水（例如洁净水）的使用。按照本准则所述的基于风险的方法进行操作，将能够对水是否适合预期用途进行具体评估。

本准则的附件按不同食品分类，针对在食品链各环节中与食品有直接或间接接触的水，提供了有关水的获取、收集、储存、处理、管理、分配、使用和再利用的指南。附件中还列出了诸如决策树工具等示例，这些工具有助于确定水是否适合特定用途。

2. 目标

本《食品生产和加工中水的安全使用和再利用准则》旨在：

- 为食品企业经营者和相关主管部门提供指导，说明如何使用基于风险的方法，来应对适合特定用途的水的使用和再利用事宜；

- 提供实用的指导和工具（例如决策树工具）以及基于风险的微生物标准作为示例，以帮助食品企业经营者评估水的风险及可能采取的干预措施，作为其食品卫生体系的一部分。

3. 宗旨和范围

本准则提供了一个包含通则和示例的框架，便于采用基于风险的方法来确定从事相关商品生产与加工的食品企业经营者所要获取、使用和再利用的水是否适合特定用途，其重点在于解决微生物危害问题，如寄生虫、细菌和病毒等。

4. 使用

本文件旨在供食品企业经营者（初级生产者、包装厂、制造商、加工商）使用，并可供相关主管部门酌情使用。

本准则与所有相关的食典文本相辅相成，并应与之配合使用，包括但不限于：《食品卫生通用原则》（CXC 1-1969）[1]、《新鲜水果和蔬菜卫生操作规范》（CXC 53-2003）[2]、《鱼和渔产品操作规范》（CXC 52-2003）[3]、《乳及乳制品卫生操作规范》（CXC 57-2004）[4]、《微生物风险管理行为原则和准则》（CXG 63-2007）[5]、《食品微生物标准制定和应用原则及准则》（CXG 21-1997）[6]、《食品企业经营者食品过敏原管理操作规范》（CXC 80-2020）[7]、《肉类卫生操作规范》（CXC 58-2005）[8]，以及《实施微生物风险评估的原则及准则》（CXG 30-1999））[9]。

5. 通则

a) 在食品链的任何阶段所使用的水（包括由水制成的冰和蒸汽）都应适合其预期用途，判定是否适合的方式为基于风险的方法，包括对水的微生物、化学和物理危害进行评估，并且不应危及最终食品的消费者安全。

b) 在对水进行再利用时，应对水进行处理或再处理，并对其进行有效监测，同时应验证处理过程，确保其危害能清除或降低到可接受的水平，从而满足预期用途的标准。

c) 在任何情况下，水的获取、使用和再利用都必须纳入食品经营企业的食品卫生体系。

d) 当水作为食物的原料时，应使用饮用水。

6. 定义

本《准则》采用以下定义：

洁净水：不符合饮用水标准，但在使用过程中不会危及食品安全的水。

饮用水：适合人类饮用的水。

循环水：在封闭循环系统中再次用于相同加工操作且没有补充的水。

再生水：原本是食品成分的水，通过加工步骤从食品中去除后，在后续食品加工操作中再次利用。

再处理：对水进行处理，消除或减少其中的微生物污染物至符合其预期用途的可接受水平，以达到再利用的目的。

回收水：在食品生产或食品加工操作的某个步骤中获得的水，经过必要的再处理后，再次用于同一、之前或后续步骤的操作。

再利用水：从食品加工过程的某一加工步骤中回收的水，包括从食品成分中回收的水和/或经过必要的再处理后，旨在在同一、之前或后续食品加工操作中再次使用的水。再利用水的类型可以包括从食品中获得的再生水、从食品加工操作中获得的回收水或封闭循环系统中的循环水。

废水：使用过的水，因人类活动而受到污染。

适合特定用途的水：通过识别、评估和了解潜在微生物危害及其他相关因素（例如水的使用历史、食品的预期用途等），包括是否采用了处理方案等控制措施，以及这些控制措施的效果如何，以确保有效消除或减轻此类危害，从而确定可安全用于预期用途的水。

水的获取：从特定水源（如地下水、地表水、收集到的水）识别并获取水用于食品生产的行为。

7. 水的适用性评估

针对食品链中的所有环节和步骤，都需要进行水的评估，以确定其是否适合特定用途。在获取、收集、储存、处理、管理、使用和再利用等环节中，应采用风险原则（即基于风险的方法）来评估水是否适合特定用途。

进行这样的评估需要全面了解水系统、可能存在的危害的多样性和严重程度，以及现有流程和基础设施应对和控制风险的能力。

为进行水的适用性评估，还需要在制定和实施该计划时，明确可能损害水安全的潜在微生物危害及其来源，并且考虑安全的水源获取、使用或再利用问题。此外，还需要考虑的因素包括水的储存和分配，包括卫生设计以及是否需要特定的专业知识。

水的使用和再利用系统应当接受定期的、基于风险的参数监测与验证。监测与验证的频率可根据多种因素来确定，例如水的来源或其此前状况、任何水处理措施的效果，以及水的预期使用和再利用方式等。环境机构和公共卫生组织的相关常规监测数据也可能有助于确定监测与验证活动的频率。

在安全获取、收集、处理、管理、储存、使用和再利用水资源的整个过程中，针对水资源的适用性评估可以采用以下基于风险的方法：

- 描述性评估（最不全面）——一种结合现场检查与文件审查的评估方式，最终会形成一份书面的描述性报告。此类评估的例子包括用于评估和管理灌溉用水风险的卫生检查，以及对水安全的快速评估。
- 半定量水质评估——制定并运用风险矩阵，以从高到低的顺序划分风险类别，同时考虑卫生状况及其发生的可能性，以及不良卫生状况的估计发生频率。此类评估通常用于规划、确立优先事项，以及对水源收集、储存、处理和管理的安全性和质量进行快速评估。
- 定量微生物水质评估（最全面）——一种数学建模方法，可用于根据健康成果指标来估算与水的使用相关的风险。此类评估有助于确定致病微生物对人群健康的影响程度，例如指导农业中的废水使用。

8. 水的安全管理

水的适用性评估有助于在设定如下事项时做出管理决策：为实现公共健康成果而设定水源和水处理的目标、绩效指标（例如食品安全目标、绩效目标）、可接受的风险水平，以及酌情设定水处理过程的成效。

与水的使用相关的风险应在结构化的食品卫生体系框架内采取一系列措施加以管理，并应开展监测和验证活动，以确保该体系按预期运行。

作为食品卫生体系的一部分，所有水系统都应酌情在工艺流程图中绘制出来，并在危害分析中进行评估。

一旦确定了潜在危害及其来源，应将与每种危害或危险事件相关的风险进行比较，以便确定风险管理措施的优先次序并加以记录。半定量矩阵可能有助于明确危害，对控制措施进行优先级排序，以达到风险管理的目的。

对于为特定用途而使用和再利用的水，其处理或再处理过程应基于对水源的危害分析来进行。在必要的情况下，处理措施应确保消除、控制危害或将危害降低到可接受的水平。

9. 决策支持系统

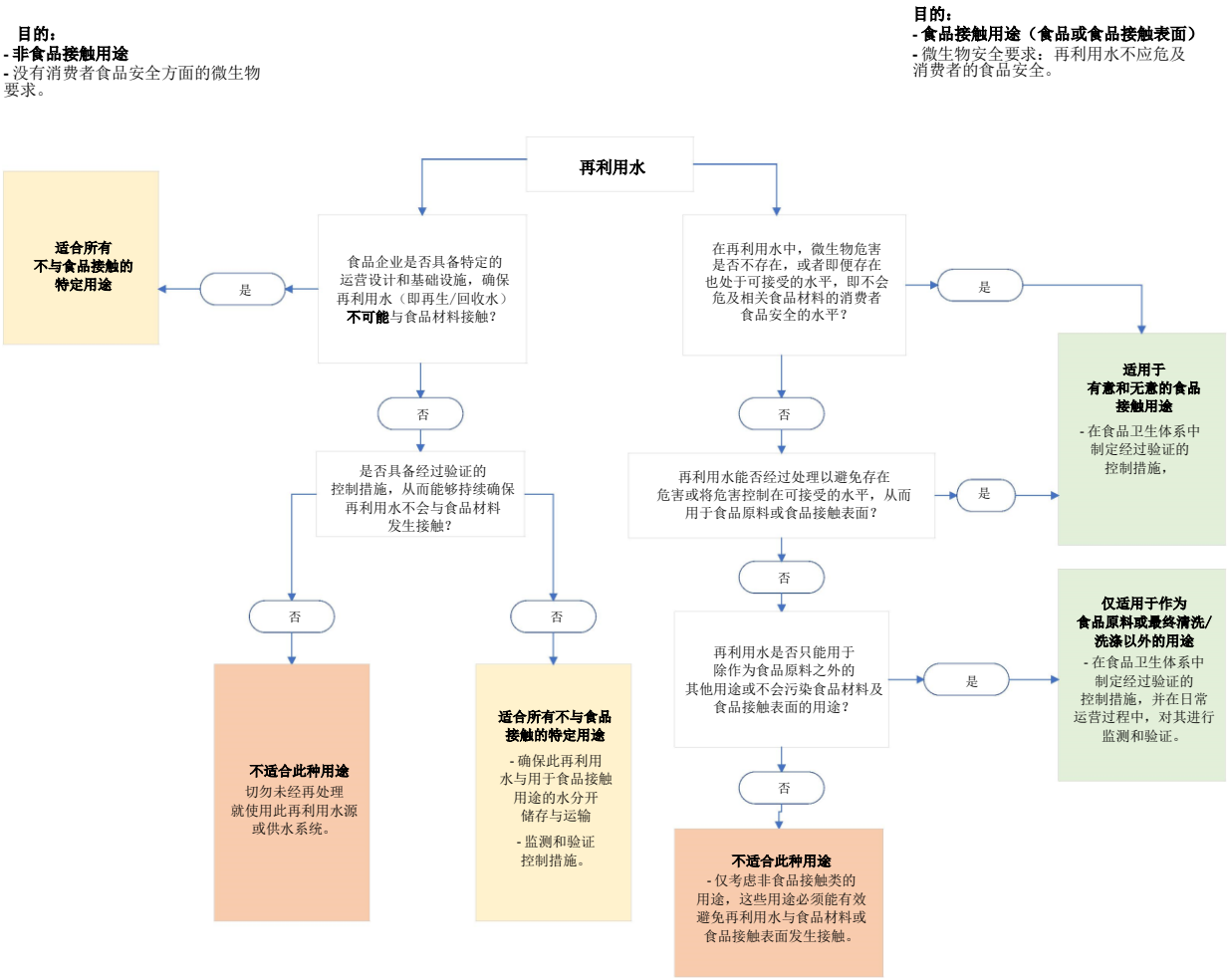
决策支持系统工具（如决策树或矩阵）被认为是有助于利益相关者做出决策的有用风险管理工具，以确定水是否适合特定用途，以及在供应链的特定环节中对水进行使用或再利用所需的水质。

决策支持系统应能考虑到食品生产的多样性，划分不同的风险类型，并制定必要的风险管理步骤，以确保水适合食品生产过程中的预期用途。考虑因素包括：所涉及的食

品种类及其预期用途；食品与水的相互作用；经水传播的、影响食品安全的特定危害；以及当这些危害存在于不同食品中时，传播给消费者的可能性和严重程度。

图 1 提供了一个基于风险的决策支持系统工具的示例，并附有进一步的指导说明。

图 1. 基于风险的决策支持系统框架工具示例，用于针对微生物危害确定再利用水是否可用于食品接触用途或非食品接触用途



资料来源：作者根据第 33 号微生物风险评估报告图 8 自行编制。

附件 I

新鲜农产品

1. 引言

水可能是与食用新鲜农产品相关的所有微生物病原体的污染源。这些病原体包括但不限于：沙门氏菌、志贺氏菌、弯曲杆菌、单核细胞增生李斯特菌以及大肠杆菌致病菌株；甲肝病毒和诺如病毒等病毒；以及环孢子虫、贾第鞭毛虫和隐孢子虫等寄生虫。

在新鲜农产品的整个生产链中，水的使用贯穿始终，从灌溉和收获前的其他操作（如施肥和农药喷洒）开始，到收获过程中的操作（如田间清洗），再到收获后的操作（如冷却、运输、清洗和冲洗），直至消费者进行的最后清洗步骤。在所有阶段都应考虑采取控制措施，以防止水成为新鲜农产品微生物污染的源头，并应制定整体管理策略，同时考虑到每个步骤的风险因素和适用的控制措施。

2. 宗旨和范围

本附件的宗旨和范围在于，通过采用“适用性原则”并运用基于风险的方法，为与新鲜农产品直接和间接接触的水的安全获取、使用和再利用制定准则（适用于初级生产和加工过程）。本附件推荐了良好卫生规范以及基于风险、针对特定行业的潜在预防和干预策略。还提供确定适合特定用途的微生物标准（即针对细菌、病毒、寄生虫的标准）的示例和/或实际案例研究，同时也提供决策树等决策支持系统工具的示例，以确定新鲜农产品供应链中特定预期用途所需的水质。

3. 使用

本附件与正文及下列文件相辅相成，应与之配合使用：《食品卫生通用原则》（CXC 1-1969）[1]、《新鲜水果和蔬菜卫生操作规范》（CXC 53-2003）[2]、《微生物风险管理行为原则和准则》（CXG 63-2007）[5]、《食品微生物标准制定和应用原则及准则》（CXG 21-1997）[6]以及《实施微生物风险评估的原则及准则》（CXG 30-1999）[9]。

4. 定义

生物农药：通过化学或生物手段杀灭或阻止有害微生物、使其无害化、或对其产生控制效果的化学物质或微生物。

新鲜农产品：任何新鲜的水果、坚果、蘑菇、香草和蔬菜，这些产品有可能以未加工或经过物理改变但仍保持新鲜状态（例如清洗、去皮、切割）的形式直接提供给消费者，且无论其在收获时是否完整或从根茎上切下，通常都被认为是易腐烂的。

5. 收获前对水的利用

在新鲜农产品的初级生产过程中，应确保符合质量要求（适合特定用途）的充足水源，供各种操作使用。

水在初级生产中有多种用途，例如灌溉、施用农药和肥料、防霜防冻，以及防止日灼病。初级生产所用的水质通常变化很大。有几个参数可能会影响由水造成的新鲜农产品微生物污染风险：水源、水的储存和输送设施、灌溉系统类型（如滴灌、沟灌、喷灌/高架喷灌）的影响因素（即水是否与新鲜农产品的可食用部分直接接触）、灌溉时机与收获过程和植物暴露于阳光下的关系（可能会减少由水引起的污染，例如导致微生物消亡）。用于初级生产的水（包括用于防霜和防日灼的水，这些水会与新鲜农产品的可食用部分接触）不应危及农产品的安全性。

5.1 水源

种植者应当明确初级生产过程中所使用的水源，例如市政供水、井水等地下水、地表水（例如明渠、水库、河流、湖泊、农场池塘）、再利用的灌溉用水、雨水、再处理的废水或水产养殖场排水。除了市政供水（饮用水）之外，污染风险最低的水源（前提是这些水源、储存和分配设施得到妥善建造、维护、监测和封盖）包括：

- 深井或钻井中的水；
- 浅井中的水（前提是这些水不受地表水的影响）；
- 通过卫生方式收集的雨水。

如果确定某水源存在脆弱性，那么可以采取一系列预防措施来保护该水源：

- 如果使用多个水源，应确保所有水源都能清晰标明，以防不当使用，例如为废水、饮用水供应等设置独立分开的系统。
- 确保水源尽可能得到充分保护，以防被野生和家畜污染，例如设置围栏或网罩。
- 如果储存粪便、粪浆、堆肥和其他土壤改良剂，应确保无泄漏或溢出，并将它们放置在水源的下方，且距离足够远，以最大程度减少污染。
- 确保水源集蓄、分配和输送系统的集水区和排水沟得到定期清洁和维护。
- 确保所有储水罐或蓄水池都有盖子（即得到保护），以防止污染。
- 如果使用私人水井，确保其远离污染源，并按照适当方式建造以防止污染，例如顶部密封。
- 定期检查灌溉系统是否有损坏或泄漏，并冲洗管道以清除积累的有机碎屑/生物膜。如果经历了长时间的潮湿天气，建议在使用前冲洗系统。

构成较高污染风险的水源可能需要处理，例如：

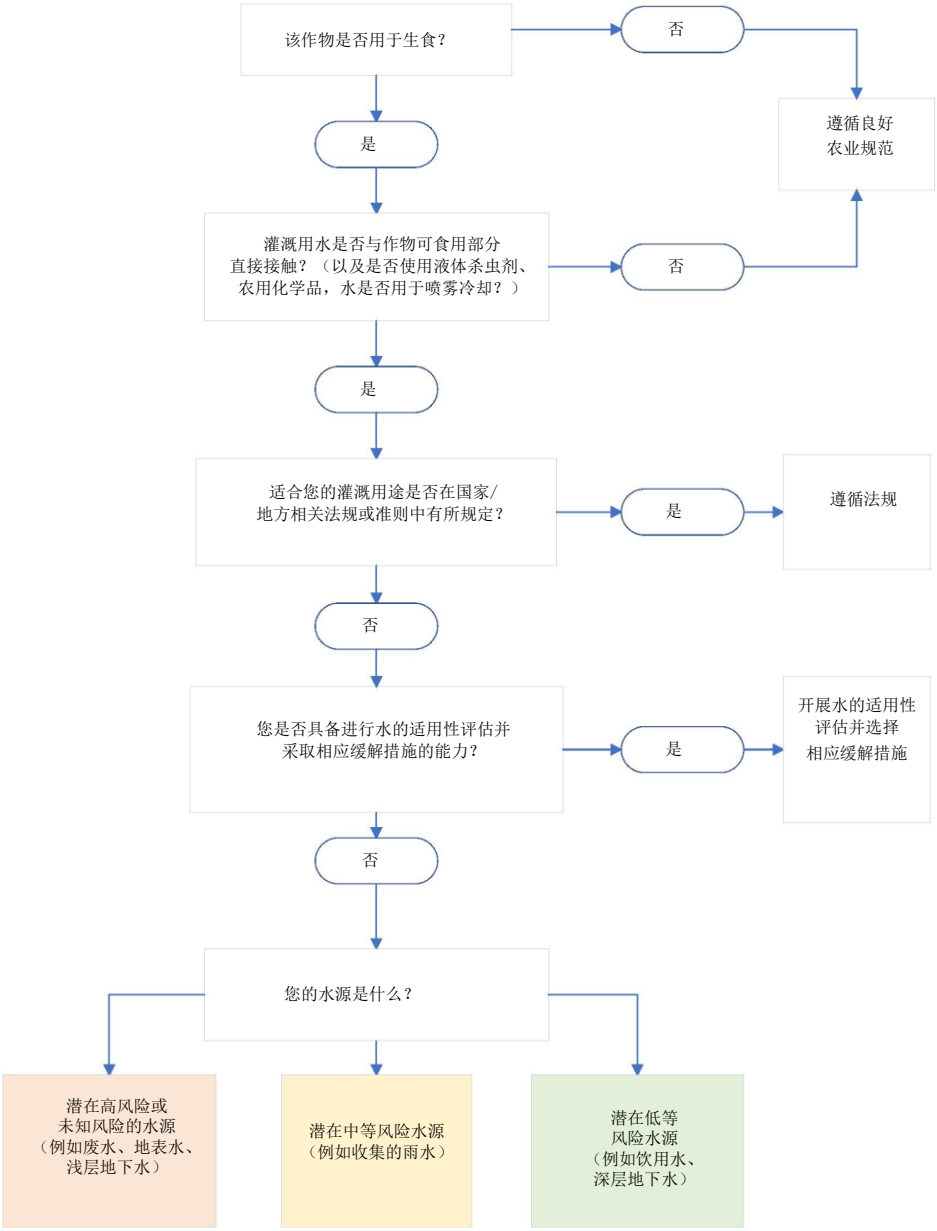
- 废水：在将废水用于作物灌溉前，应咨询有关专家，对相对风险进行评估，并决定使用该水源是否适宜。确保水源安全使用的措施可能包括：废水处理、采用尽量减少污染的技术、利用收获前病原微生物消亡期、农产品清洗、消毒和烹饪。

- 地表水（例如河流、湖泊、运河、泻湖、池塘、水库）：当受到污染时，应考虑采用化学处理、沙滤（结合使用UVC紫外线杀菌等其他处理方式）、微滤或在集水区或水库中储存以实现微生物部分处理等方法。应对这些处理方法的效果进行评估和监测。

5.2 水的评估与检测

种植者或相关经营者应按主管部门的要求评估水源的微生物质量，以及其用作预定用途的适宜性，并应确定出现不良后果时的补救措施，以预防或最大限度地降低污染（如来自牲畜、野生动物、污水处理、人类居住、粪便及堆肥操作、或其它间歇性或临时性的环境污染，如暴雨或洪涝）。图 1 展示了关于是否有必要进行水的适用性评估的决策树。

图 1. 关于是否有必要进行水的适用性评估的决策树



资料来源：作者根据第 33 号微生物风险评估报告图 1 自行编制。

在对水进行微生物危害检测时，检测结果应由种植者及相关经营者参考，以根据生产过程中的风险来决定水的使用方式。检测频率将取决于水源（维护妥善的深井检测频率较低，地表水检测频率较高）、基于先前检测观察到的水质、环境污染风险（包括间歇性和临时性污染），以及种植者采用其他水处理措施等因素。

如果检测只限于指示性生物，那么对水进行经常性检测有助于确定水质基准，这样就可了解此后污染水平的变化。在建立基准时，应更频繁地进行水质检测，但一旦对水源中微生物的模式（如季节性变化）有了更深入的了解，检测频率就可以降低。之后，如果检测结果超出正常范围，那么在此之后可以再次提高检测频率。

种植者及相关经营者应重新评估微生物污染的可能性，以及是否需要进行额外检测。如果发生的某些事件、环境条件（例如季节变化引起的温度波动、强降雨等）或其它情况表明水质可能发生变化，就应进行此类评估和检测。

在检测时，种植者可视需要咨询主管部门或专家，或参考相关规章条例，以便决定并记录以下内容：

- 采样地点（例如水面或更深处、靠近水面边缘处或远离河岸处）以及采样量；
- 应采用哪些经过验证的检测方法（例如针对哪些病原体和/或指示性生物）；
- 应记录哪些参数（例如水样的温度、水源位置、天气描述和/或采样与分析之间的时间及温度）；
- 应多久进行一次检测；
- 应如何对检测结果进行分析和解读，如计算滚动几何均数；
- 将如何运用检测结果来确定补救行动，包括采用替代水源。

若检测结果显示水源中的指示性生物已达到不可接受的水平，或水源已受到水源性病原体的污染，就应采取补救措施确保水源适合用作预期用途。为防止初级生产环节的水和新鲜农产品污染，可能采取的补救措施包括：

- 安装围栏以防止大型动物接触；
- 改进良好农业规范，以防止动物粪便和肥料造成污染；
- 对水井进行妥善维护；
- 在取水时防止搅动沉淀物；
- 对水的分配和储存系统进行妥善维护；
- 改变用水方式，以避免水与作物可食用部分直接接触；
- 尽量延长灌溉与作物收获之间的间隔期，因为收获前间隔会直接影响微生物的消亡率，而这种消亡率会受到不同天气条件、农产品种类和细菌类型等因素的影响。

可以减少初级生产环节污染的补救措施包括：

- 使用一种能够捕获附着有微生物污染物的颗粒的系统，对水进行过滤；
- 对水进行化学处理；
- 建造沉淀池或蓄水池，或水处理设施。

补救措施的效果应通过定期检测进行核实。种植者应尽可能制定应急方案，明确替代水源。

5.3 灌溉用水（包括温室）

灌溉系统或浇灌方法对污染风险有影响。在选择灌溉类型或浇灌方法时，应考虑灌溉时机、水质以及水是否直接接触作物的可食用部分。高架喷灌带来的污染风险最大，因为会弄湿作物的可食用部分。湿润持续的时间可能长达数小时，水滴的冲击力以及土壤溅到农产品可食用部分时，可能会将污染物带入叶片/农产品的受保护部位。如果无法避免高架喷灌，可使用低流量喷雾降低风险。不会弄湿植物的地下灌溉或滴灌污染风险最小，但仍可能出现局部问题，如使用滴灌时，应注意避免土壤表面或犁沟里形成可能接触可食用部分的小水坑。

用于灌溉的水必须适合特定用途。以下情况，应特别注意水质问题：

- 当灌溉所采用的输水技术使新鲜农产品的可食用部分与水直接接触（如喷灌）时，特别是临近收获期时；
- 对具有能够存水的物理特征（如叶片和粗糙表面）的农产品进行灌溉时；
- 对包装前不进行或基本不进行收获后清洗处理的新鲜农产品（如田间包装的产品）进行灌溉时。

可以考虑采用一些灌溉方面的良好农业规范：

- 若灌溉水源已知或可能含有人类病原体，或供水截门失效造成过度喷灌或局部渍涝，则应划定非收获区；
- 记录作物种类、灌溉日期和时间、水源以及使用水施加的任何农药或肥料；
- 保持并保护所使用/储存的水源，并验证其水质；
- 在可能的情况下，避免使用高风险水源，如储存不当的雨水、未经处理的废水以及来自河流、湖泊和池塘的地表水；
- 种植者应着重采用良好农业规范来尽量减少和控制受污染水源的风险，并且不应将检测作为确保水中的微生物病原体得到控制的唯一方法；
- 种植者应考虑作物的种类（即食型还是需要烹饪型）、灌溉时机、灌溉系统、土壤类型以及灌溉用水是否与植物可食用部分直接接触等因素。如果受污染的水与植物的可食用部分接触，污染风险会增加，尤其是在临近收获时；

- 如有可能，应避免在收获前进行喷水。在收获前进行喷水（即喷雾）会导致微生物风险增加。如果土壤质地较重且不具有良好的排水性，受污染的水就会积聚在土壤表面，从而增加作物受污染的风险；
- 选择能将水滴细化的灌溉系统，以减少灌溉时土壤的溅起现象。对于低矮作物来说，可能无法通过这种方式来尽量减少水与植物可食用部分的接触。如果使用大水滴进行灌溉或者出现强降雨，污染的风险就会增加。还应注意到，如果土壤因灌溉用水而受到污染，土壤溅起还会将污染转移到作物上；
- 每个种植季节开始时，应检查由农民管理的整个灌溉系统，并在必要时进行维修或采取补救措施；
- 将有机肥料和粪肥妥善存放在远离水源的区域，确保不会被雨水冲走。

供水系统的相关人员应酌情定期开展评估，以确定是否存在污染源以及能否消除。同时，还应保存水质检测记录。

5.4 肥料、有害生物防治和其他农业化学品所使用的水

用于施用直接与农产品接触的水溶性肥料、农药及其他农业化学品的水应与直接接触灌溉用水质量一致，并且不应影响新鲜农产品的安全，特别是在临近收获时直接施用于新鲜农产品可食用部分的情况下。人类病原体可在许多农业化学品（包括杀虫剂）中存活和滋生。

5.5 水培用水

水培果蔬用水的微生物风险可能不同于灌溉土壤中种植的果蔬用水的风险，因为前者使用的营养液可能会增强病原体的存活和滋生。因此保持水质以降低污染风险和病原体存活/滋生，对于水培作业尤为关键。

应当考虑以下事项：

- 应经常更换水培用水，若循环使用时还应进行相应处理，以最大限度地降低微生物污染。
- 应酌情对输水系统进行维护和清洗，防止水的微生物污染；
- 在水产养殖与水培综合作业（鱼菜共生）的情况下，应对鱼塘排出的污水进行处理，尽可能减少微生物污染。

5.6 其他农业用水

新鲜农产品种植地区的其他农业用途应使用洁净水，如除尘，以及道路、场院及停车场的维护。这类用途包括初级生产区内部或周边用于减少泥土路面灰尘的用水。若用于此类用途的水不会接触到水果和蔬菜，则可不适用此条规定（如在果树较高、设有树木围栏或实行室内种植的情况下）。

5.7 室内储水和配水设施所用的水

室内初级生产设施中应酌情配备充足的洁净水，并配备相应的储存和配送设施。非饮用水应该有独立的储存和配送系统。

非饮用水系统应加以区分（如使用标签或颜色标记），不得与饮用水系统连接，或使非饮用水流入饮用水系统。对于室内储水和配水设施，应采取以下措施：

- 避免因接触可能含有微生物危害的农业投入品而污染供水；
- 定期对储水设施进行清洗和消毒；
- 对供水水质进行控制。

6. 收获及收获后的水资源利用

6.1 概述

在收获及收获后处理过程中使用的水包括在收获期间或之后任何与新鲜农产品接触的水，例如用于冲洗、清洗、运输或用水槽输送、冷却、打蜡或冰冻的水。收获后用水的微生物质量至关重要，因为新鲜农产品在消费前的微生物消亡量非常少，尤其是在即食农产品的情况下。

整个作业环节的水质管理各不相同。包装者应遵守良好卫生操作规范，防止或最大限度降低病原体进入加工用水或在水中传播。用水质量取决于作业阶段：如洁净水可用于初始清洗阶段，而最终冲洗用水则应达到饮用水标准。

清洗过程中如果进行加压或真空清洗，那么应该使用洁净水，最好是饮用水，因为这些过程可能改变植物细胞结构并将病原体压入植物细胞。

建议通过检测指示性有机物和/或食源性病原体的方式，对包装设施用水的水质进行控制、监测和记录。当此类（验证）检测的结果无法立即得出，或者验证检测的频率较低时，建议采取其他运营层面的补充性监测措施，例如通过检测浊度、氯残留量或目测法进行快速的水质检测。

如果在预洗和清洗槽中使用水，则还需要采取额外的控制措施（如视需要更换水，或控制产品清洗量）。

如果大量新鲜农产品在同样多的水中进行清洗，就会导致微生物的聚集，从而增加了不同批次产品之间的交叉污染风险。在加工用水中生物农药的残留浓度可用于维持加工用水的微生物质量，以避免水槽中微生物的积累，并减少清洗槽中的交叉污染。

应对需要用水的收获后操作/系统进行妥善设计，以尽量减少会导致产品滞留或尘土堆积的地方。

使用生物农药维持加工用水的微生物质量，应符合主管部门制定的要求，并且需要对其有效性进行验证。生物农药绝不能取代良好卫生操作规范，而应作为良好卫生操作规范的补充，并应在必要时用于尽量减少收获后的交叉污染；同时要监测、控制和记录生物农药的使用量，以确保保持有效浓度。使用生物农药后，应视需要对新鲜农产品进行冲洗，以确保化学残留物不超过主管部门规定的水平。冲洗过程应使用顶喷式喷水器而非无交叉污染防护措施的浸没槽进行操作。

条件允许的情况下，应对可能影响生物农药处理效果的收获后用水的特性（如 pH 值、浊度及水质硬度）进行控制、监测和记录。

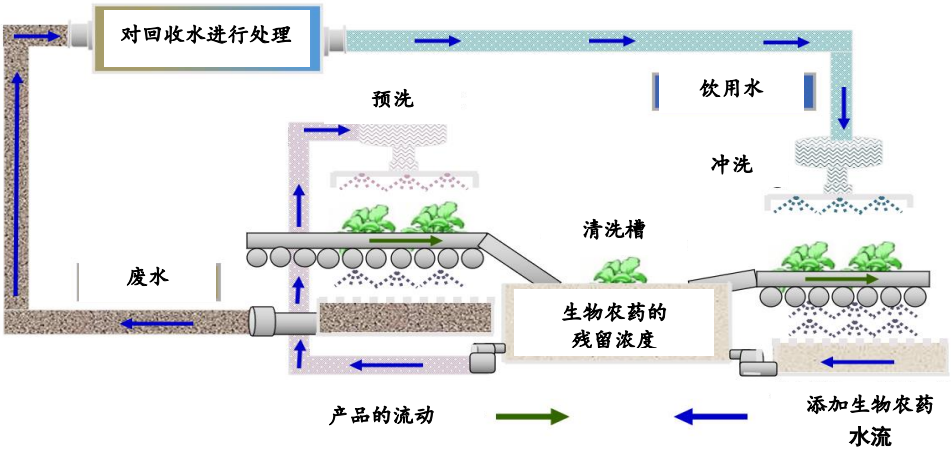
可能与新鲜农产品接触的冰应使用饮用水制备，并应采取措施，避免冰在制作、处理、运输和储存过程中受到污染。

将温热、完整的或新鲜切好的农产品浸泡在凉水中，可能会使水分渗入农产品的内部。一些水分含量较高的农产品，如苹果、芹菜、甜瓜和西红柿，更容易通过果皮上的开口（如茎端的维管组织、气孔或刺伤处）发生内部水分渗入现象。如果清洗用水的温度低于农产品的温度，温差会迫使水分进入农产品内部，从而污染其内部。建议在这种情况下，如果可能的话，初始清洗用水的水温应比农产品温度高 10℃。

6.2 水的再利用

在新鲜农产品行业中，水的再利用也是可行的。原则上，水的再利用应沿着生产流程从清洁程度较高的步骤向清洁程度较低的步骤逆向流动。图 2 展示了从冲洗步骤中获取的水可如何用于清洗槽，以及清洗槽中的水可如何作为预清洗步骤使用。

图 2. 新鲜农产品行业水资源再利用方案示例



资料来源：作者自行绘制。

最终冲洗步骤所用的水应为饮用水。冲洗后，应使用生物农药对所使用的水进行处理，以使生物农药的残留浓度足以将清洗槽内的交叉污染降至最低。经过这一操作后，清洗槽内的水将具有“抗菌”活性，能够灭活清洗槽中可能存在的来自农产品的任何潜在病原体。

清洗槽内的水也可用于预冲洗步骤。预冲洗步骤应去除大部分有机物，并减少农产品带来的细菌载量。这一步骤有助于保持清洗槽内的生物农药残留浓度，因为部分生物农药会因有机物的干扰而失效。在预冲洗步骤中减少来自田间的尘土，能够降低带入清洗槽内的有机物和微生物的数量，提高槽内水的微生物质量，并有助于保持受有机物干扰的生物农药的残留浓度。

最后的冲洗步骤还应尽量减少农产品上来自清洗槽的生物农药残留（如消毒副产物）。

为提高产业的可持续性，避免过度使用水资源，新鲜农产品产业所使用的水可以通过类似污水处理厂所采用的再处理方法进行回收利用，以获得与饮用水质量相似的水。

应对回收水进行处理，并使其保持在不对新鲜农产品安全构成风险的状态。处理过程应进行有效监测、控制和记录。例如，可使用包含初步筛选、二次过滤以及生物农药处理的流程，保持回收水的适用性。

回收水可不经处理就加以使用，条件是回收水的使用不会对新鲜农产品的安全构成风险（如利用最终冲洗环节回收的水进行清洗）。

如果要对水进行处理以用于清洗和冲洗，建议在购买、安装和使用任何水处理系统（如水氯化系统）之前，先向有关专家咨询关于新鲜农产品中水的安全使用（再利用）相关事宜。

6.3 记录

应制定有关新鲜农产品清洗和冲洗的记录备案流程，包括以下方面：

- 对于未遭受损伤的农产品，采用强力清洗以增加去除污染物的可能性；
- 清洗和冲洗过程中的补水频率，该频率需能最大程度降低农产品受到污染的风险；
- 如有必要，对清洗和冲洗过程中的水温进行监测；
- 在可能的情况下，应采用脱水步骤来去除新鲜农产品的多余水分，因为干燥产品不太可能再次受到污染；在这种情况下，应轻柔地去除水分，以避免对农产品造成损害。

针对接触新鲜农产品的表面的清洁和消毒以及新鲜农产品的清洗和冲洗，制定记录备案流程，内容包括：

- 所有清洗和冲洗设备的设计都应符合卫生标准，以确保充分的清洁和消毒。
- 所有设备在使用后都应进行清洁。设备上的泥土、污垢和新鲜农产品碎屑应清除干净，然后用洗涤剂清洗和冲洗，最后再用化学消毒剂冲洗，必要时用饮用水彻底冲洗。

- 刀具和刀片、靴子和防护服等辅助设备应在每天结束时进行清洁和消毒。
- 对于每条生产流程线，应确定清洁和消毒周期之间的最长运行时间。

7. 水的适用性评估

制定基于风险的水资源获取、使用及再利用策略时，应考虑以下因素：

- 识别生产区域中与水有关的微生物危害及其来源；
- 可利用的水源；
- 供水系统的描述（例如输送和储存系统）；
- 水的用途，如灌溉、清洗（新鲜农产品、容器和表面）、冰库储存等；
- 如果水与农产品直接接触，需特别考虑灌溉类型；
- 作物类型（例如绿叶蔬菜、果树）；
- 新鲜农产品的生理特性（例如外皮情况以及农产品是否会受到水分渗透的影响）；
- 可采用的水处理和水消毒技术，如加热、微滤以及使用氯、二氧化氯、氯胺、臭氧、UVC紫外线等；
- 用水后操作（例如停止灌溉、清洗、去皮）；
- 消费者的习惯，如生食、烹饪、发酵等；
- 贴上有关该食品预期用途的说明标签。

如果新鲜农产品是用于生食，则应确定其水源，并应评估相关风险，以确定控制措施的级别：

- 如果是未经处理的废水、地表水或浅层地下水，那么风险可能较高或未知；
- 如果是收集的雨水，那么风险可能是中等；
- 如果是处理后的（废）水、饮用水或深层地下水，那么风险可能较低。

表 1 中的矩阵是一个简单方法示例，可用于评估新鲜农产品在收获前阶段因不同水源的使用或再利用带来的风险程度的一种简单方法，以及评估新鲜农产品的预期用途——粮农组织/世卫组织微生物风险评估专家联席会议第 33 号报告（粮农组织和世卫组织，2019）[10]。

表 1. 根据不同水源的预期用途对其在新鲜农产品收获前阶段的使用或再利用可能导致风险水平的估算示例

新鲜农产品的预期用途	所使用的水是否与农产品的可食用部分接触？	水源				
		废水	水质不明的地表水和地下水	从受保护的水井中收集的地下水	通过卫生方式收集的雨水	饮用水、深层地下水或其他水源，包括经过处理的再利用水（符合适用于饮用水的微生物标准）
即食	是	高风险	高风险	中等风险	中等风险	低风险
	否	高风险	高风险	低风险	低风险	低风险
烹饪后食用	是	低风险*	低风险*	低风险	低风险	低风险
	否	低风险*	低风险*	低风险	低风险	低风险

* 尽管在粮农组织/世卫组织微生物风险评估专家联席会议第 33 号报告中，其风险等级为低风险，但可以考虑为中等风险，因为烹饪过程中的微生物减少程度会因所加工的农产品种类、所采用的烹饪时间和温度以及水的污染程度而有很大差异。水与可食用部分的接触也可能增加风险。

资料来源：作者根据第33号微生物风险评估报告图2自行编制。

当具备相关数据（例如水源的微生物质量数据，以及受污染人群的相关健康数据）以及资源条件时，就可以考虑进行定量或半定量的风险评估。这可能会使风险缓解措施更具成本效益，并能够根据具体需求进行定制。

8. 风险缓解/风险管理策略

8.1 用于监测新鲜农产品生产用水中危害的指示性生物

指示性生物应被用作粪便污染的指标，而非任何特定病原体的存在或浓度水平的指标。主要指示性生物是大肠杆菌和肠球菌。

这类粪便指标可被用作过程指标，或者用于验证水处理的效果，前提是它们对处理过程的反应与所关注的病原体的反应类似。

需要考虑到的是，一般来说，粪便指标能够合理地预测水中存在粪便病原体的可能性，但无法精确预测存在的浓度，可能只有在污染严重的水域中除外。随着稀释作用的出现，这种相关性就会变得不稳定且在生物学上不大可能成立。

与细菌性粪便指标相比，噬菌体是肠道病毒的更好指标，但也不能作为肠道病毒的绝对可靠的指标。可以考虑将两种或多种噬菌体结合起来使用。噬菌体可以作为良好的过程指标，用于确定针对肠道病毒的水处理效果。

原虫和蠕虫的包囊/虫卵比细菌和病毒更容易存活，因此没有合适的指标来测定其是否在灌溉水中存在。如果怀疑存在这些寄生虫，应进行特定检测。

8.2 确定水质适用性采样频率及微生物标准的示例

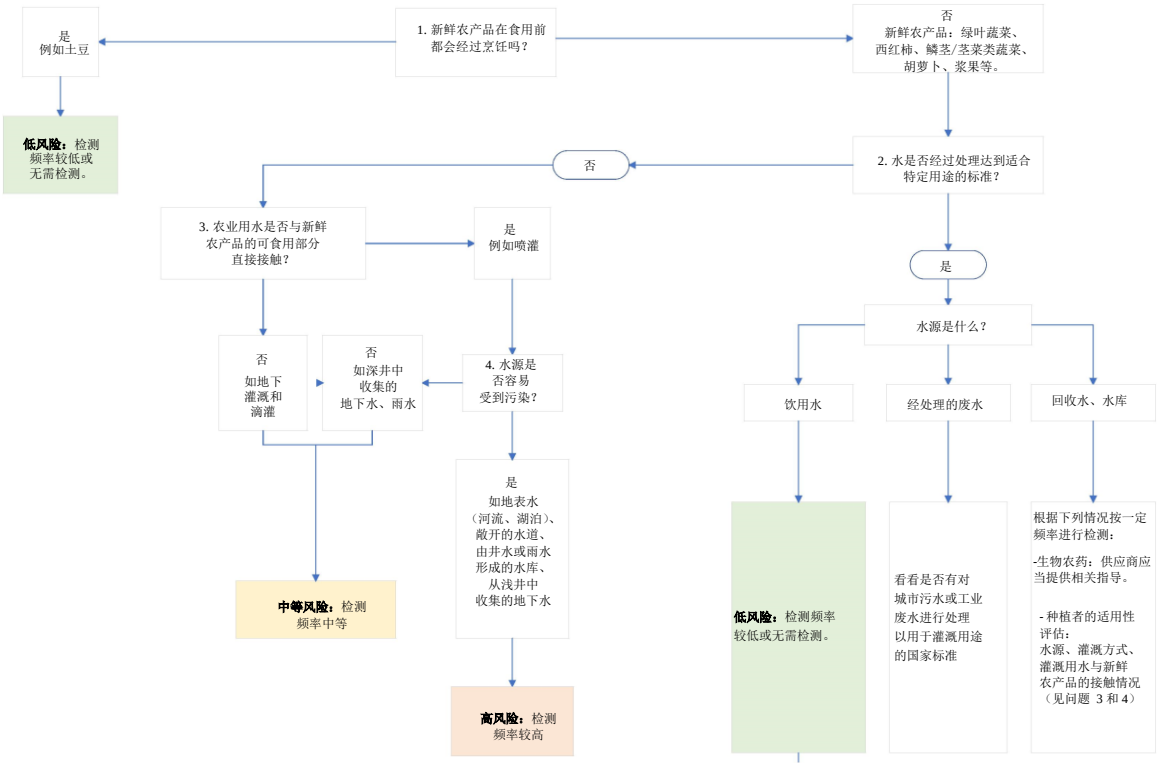
确定适合特定用途的采样频率应包含以下步骤：

- 确定农场中使用水的活动；
- 确定可供农场使用的水源；
- 评估用水情况是否会导致新鲜农产品的可食用部分发生潜在污染；
- 在使用水之前（在生长季节开始之前）检查水的质量；
- 在作物生长期间定期监测水质情况[i]。

可以采用基于风险的方法来确定检测频率。例如，使用可能存在高风险或未知风险的水（见图 1 和表 1），应采用较高的检测频率；使用可能存在中等风险的水，应采用中等的检测频率；使用可能存在低风险的水，则应采用较低的检测频率或不进行检测。

此外，还可以使用决策树方法（如图 3）[ii]来确定检测的频率。

图 3. 水检测频率的决策树示例



资料来源：作者根据欧盟委员会第2017/C 163/01号通知编制。

---

[i] 在粮农组织/世卫组织微生物风险评估专家联席会议报告（粮农组织和世卫组织。2021。接触新鲜水果和蔬菜的水的安全和质量。微生物风险评估系列，第 37 号。罗马。https://doi.org/10.4060/cb7678en）附件 4 中提供的监测策略示例。

[ii] 改编自欧盟委员会第 2017/C 163/01 号通知，即《关于通过良好卫生规范在初级生产环节应对新鲜水果和蔬菜中的微生物风险的指导文件》（https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:52017XC0523(03)&from=LV）。该文件由粮农组织/世卫组织微生物风险评估，作为 2019 年粮农组织/世卫组织《食品生产与加工用水的安全与质量——会议报告》（微生物风险评估系列第 33 号。罗马。）中图 3 的参考资料。

8.3 决策支持系统工具示例

不存在适用于所有情况的单一决策支持系统工具。因此，图 1 和图 3 中的决策树和示例应被视为评估特定情况的一种方法，而非适用于所有目的的工具。

根据第 33 号粮农组织/世卫组织微生物风险评估报告（粮农组织和世卫组织，2019）中的表 1 和图 2,10 可以开发一个决策支持系统，通过评分来评估与水的使用相关的风险或控制措施的有效性。以下的评分仅作示例之用。可能存在其他考虑因素，从而导致不同的评分。

该决策工具中的评分与下列事项有关：

- 灌溉系统/直接或间接接触新鲜农产品：
  - 灌溉用水与农产品之间无直接或间接接触：3 分
  - 滴灌：3 分
  - 沟灌：1 分
  - 高架喷灌：0 分
- 灌溉前对水源采取缓解措施：
  - 农场内设有 18 小时以上沉淀期的水处理池；在不扰动池中沉积物的情况下取水：1 分
  - 在灌溉前对水进行过滤：1 分
  - 无：0 分
- 在收获时或之后采取以下一种或多种缓解措施：
  - 停止灌溉（3 天）：2 分
  - 用流动的饮用水进行清洗：1 分
  - 用流动的饮用水进行清洗，并添加生物农药：2 分
  - 去皮：2 分
  - 不采取任何措施：0 分

这些分数的总和用于判断水是否适合用于预期用途。总分越高，所涉及的风险就越低。如果总分过低，上述分数可用于选择额外的缓解措施，或者提供关于水的微生物质量应提高到何种程度的指示。

- 当使用低风险水源（饮用水、深层地下水、符合饮用水微生物标准的其他水源）且不使用新鲜粪便、排泄物或污泥作为肥料时，初级生产过程中的风险可视为较低。
- 当使用中等风险的水源（例如收集的雨水或微生物污染程度较低的其他水源，如大肠杆菌含量在10CFU/100ml至100CFU/100ml之间）且不使用新鲜粪肥、排泄物或污泥作为肥料时，若通过应用上段所述的灌溉系统或缓解措施达到4分，则可认为初级生产过程中的风险较低。
- 当使用高风险或风险不明的水源（废水、地表水、浅层地下水或微生物污染程度较高的其他水源，如大肠杆菌含量在1000CFU/100ml或以上）且不使用新鲜粪肥、排泄物或污泥作为肥料时，若通过应用上段所述的灌溉系统或缓解措施达到6分，则可认为初级生产过程中的风险较低。

附录中提供了一个决策支持系统工具[iii]的示例，该示例基于本节所描述的决策工具。

[iii] 其他区域/国家层面的示例参见 2019 年粮农组织/世卫组织《食品生产与加工用水的安全与质量——会议报告》（微生物风险评估系列，第 33 号。罗马。）中图 3 的参考资料。

附录 1：基于支持系统工具所做出的决策示例

以下的评分仅作示例之用。这些分数根据关于新鲜农产品的附件的最后一节中所述决策支持系统确定。可能存在其他考虑因素，从而导致不同的评分。

- 中等风险水源，灌溉用水未与新鲜农产品的可食用部分接触（3分），未采取其他处理措施 => 总计3分：最好使用其他水源或增加缓解措施。
- 风险不明的水源，灌溉用水未与新鲜农产品的可食用部分接触（3分），灌溉前过滤（1分）和停止灌溉（2分） => 总计6分：可接受。
- 中等风险水源，灌溉用水与新鲜农产品的可食用部分接触（0分），停止灌溉（2分）+ 用饮用水和生物农药清洗（2分） => 总计4分：可接受。
- 风险不明的水源，灌溉用水与新鲜农产品的可食用部分接触（0分），但灌溉前过滤（1分）和停止灌溉（2分）+ 用饮用水和生物农药清洗（2分）+ 去皮（1分） => 总计6分：可接受。
- 中等风险水源，灌溉用水与新鲜农产品的可食用部分接触（0分）+ 用流动饮用水清洗并添加生物农药（2分）+ 去皮（2分） => 总计4分：可接受。

评分：

- 1-3 不可接受（使用其他水源或增加缓解措施）。
- 4-6 可接受，无需进一步采取缓解措施。

附件 II

（制定中）

附件 III

乳和乳制品

1. 引言

乳和乳制品在世界许多地区是重要且往往是必不可少的食品来源，并且贸易量很大。在乳制品生产中，水被广泛用于各种活动，在加工过程、清洗和消毒方面都会消耗大量水。诸如冷却和制造蒸汽等其他活动也可能对水有大量需求。在初级生产阶段，适合动物饮用的水的供应情况可能会直接影响动物健康，以及乳的产量、质量和安全性。

乳的天然含水量为 80%至 85%，在某些加工过程中（例如乳制品的浓缩和干燥），这部分水可以被利用。乳制品厂内对这部分从乳及其他乳制品中获得的再生水以及回收水的再利用，为工厂提供了额外的水源，大幅减少了对外部水源的需求。在世界某些地区和/或特定环境条件下，食品企业经营者可以利用这种再生水和回收水来应对水资源短缺和缓解用水紧张状况。

如果用于生产乳和乳制品的水不适合预期用途，就可能出现诸如单核细胞增生李斯特菌、弯曲杆菌属、蜡样芽孢杆菌、金黄色葡萄球菌、沙门氏菌属和产志贺毒素大肠杆菌等微生物危害，以及因交叉污染而产生原虫。在乳制品生产中使用不适合特定用途的水还可能有助于此类病原体的传播和繁殖。

因此，必须制定适合特定用途的水的使用和再利用准则，以确保生产出的乳和乳制品可安全食用。

2. 宗旨和范围

本附件提供了关于在乳用动物养殖场和乳制品制造/加工厂对水资源进行微生物安全使用和再利用的建议。本附件旨在供食品企业经营者和相关主管部门（视情况而定）参考，以便通过采用“适用性”原则并运用基于风险的方法，为乳制品行业中水的切实、适当使用和再利用提供指导。本附件还提供了适合特定用途的水的使用和再利用示例。本附件的范围主要侧重于水的再利用，因为水的再利用为减少对外部水源的需求提供了重要机会。

3. 使用

本附件应与本准则通则和以下《食品法典》指南配合使用：

- 《乳及乳制品卫生操作规范》（CXC 57-2004）[4]；
- 《食品卫生总则》（CXC 1-1969）[1]；
- 《实施微生物风险评估的原则及准则》（CXG 63-2007）[5]；
- 《实施微生物风险评估的原则及准则》（CXG 30-1999）[9]；

- 《食品安全控制措施验证准则》（CXG 69-2008）[11]；
- 《食品微生物标准制定和应用原则及准则》（CXG 21-1997）[6]；
- 《食品卫生通用原则在食源性寄生虫防控方面的应用准则》（CXG 88-2016）[12]；
- 《食品卫生通用原则在食物病毒防控方面的应用准则》（CXG 79-2012）[13]。

4. 定义

冷凝水：通过冷凝水蒸汽而回收的水，例如在乳制品材料/产品的干燥过程中回收的水蒸汽。

乳制品废水：在乳制品生产过程中，从清洗、消毒或其他涉及水的操作中产生的水，包括可用于食品接触用途和非食品接触用途，且含有可识别的物质。

渗透液：通过膜过滤、微滤、超滤、纳滤、反渗透和/或反渗透及精处理等技术，将乳或其他乳制品中的乳成分去除后获得的液体。

浓缩液：通过膜过滤（超滤/微滤/反渗透/反渗透及精处理/纳滤）技术，对乳或乳制品中的乳成分进行浓缩而得到的产品。

积水：因静置、汇聚或以其他方式积聚而形成的水，会导致有机物积聚以及包括酵母菌和霉菌在内的有害微生物滋生。通常出现在地板和其他无法将水排入地漏的区域。

5. 农场的初级生产与运输

在各种操作中，包括在乳用动物养殖场的进一步加工中，应有充足且适合特定用途的水可供使用。

用作动物饮用水的水源应适合此用途，并尽可能不含饲料或粪便物质。饮水槽（或其他容器）应定期检查，一旦变脏就应进行清洁。

用于动物饮用的水应定期分析，以确定其微生物质量（例如，依据大肠菌群的检测结果，或者通过成本较低的浊度/颜色检测方法，比如使用针对较浅水槽改良后的塞氏盘）。检测频率应根据水源的风险、此前的检测结果、所采用的处理方式以及乳品的预期用途而定。水源的风险通常从市政供水、深井水、通过卫生方式收集的雨水、地下水到地表水依次递增。

当建议清洗动物乳房时（例如当乳房脏污时），应使用合适的水。在生产用于生乳制品的乳时，应使用饮用水。应注意使用正确的清洗和干燥方法。

应避免在饮水槽附近或挤奶及储存设施中出现积水。

应提供适合用途的水，用于乳用动物的挤奶和储存奶的指定区域，以及挤奶设备、储存容器和储罐的冲洗、清洁和消毒。在乳制品生产厂以及其他必要场所，也应提供用于清洁运输设备和储罐的水。在使用化合物和生物农药进行消毒后（如有必要），还应使用适合用途的水对设备、储存容器、储罐进行冲洗。

对于冲洗、清洁和消毒挤奶设备、储罐、容器以及从乳用动物养殖场运输乳品的设施与乳制品接触表面的新水源，在首次使用前应通过目测法检查其清澈度和气味，并在适当情况下进行微生物质量检测，之后也应按照与乳制品生产厂类似的方式定期进行检测。应保存分析记录，并在被要求时随时向主管部门提供这些记录。

在养殖场或运输过程中，在经济上可行的情况下，可以对可重复使用的水源进行收集和再处理（必要时），这将为寻求减少外部水源总体消耗量的乳品生产操作增添价值，例如可以收集、回收和重新处理用于冲洗和清洁动物棚舍、储奶区域、地面、墙壁和天花板等的水，以及用于冲洗、清洁和消毒挤奶设备、农场上的储奶容器和储罐的水。在对水进行再利用和再处理时，应遵循以下针对乳制品生产厂提供的指导。

举一个关于水的再利用的简单例子。在养殖场，生乳会经过加热处理并利用膜过滤技术进行浓缩。浓缩过程产生的水可用于为动物提供饮用水和清洗动物棚舍及挤奶设备，前提是这些水适合这些用途。经过适当处理的污水或其他从养殖场收集的水（例如来自冲洗、清洁和消毒用水，或者养殖场可能用于生产奶酪的乳清或乳水的水）也可用于灌溉放牧牧场或清洁挤奶设备和动物棚舍等用途。

6. 乳制品生产厂

在乳制品生产厂中，水可被用作原料，用于冲洗、清洗、消毒生产设备，用于对生乳、原料和成品乳制品进行加热和冷却，作为生产热水和蒸汽的锅炉给水，以及用于设施（地板、墙壁、管道等）的清洁等。乳制品生产厂所需适合特定用途的水的可得性和供应量可能会受到地理、气候和其他竞争性用水需求的影响。此外，乳制品行业仍在不断发展，逐步使用具有较大处理能力的设施，从而导致更大的用水需求。在较小的地理区域，对水的大量集中需求可能会对用于必要用途（如饮用、灌溉等）的水供应造成压力。水的再利用是减少外部水源消耗量的重要策略。

6.1 一般性建议

应当对以下两类水加以区分：一类是用于食品加工或与食品接触的表面所用的水（例如原料用水、用于冲洗、清洁或消毒加工设备及运输车辆的食品接触表面的水）；另一类则是不会直接或间接与食品接触的水（例如用于生产蒸汽的锅炉给水、用于灭火或清洗车辆外部表面的水、用于冷却塔的水、用于浇灌草坪的水、用于清洁外部表面的水或用于冲厕的水）。

应通过工厂的设计、运行和维护工作，尽快且频繁地采取措施来避免或消除乳制品生产厂内的积水、凝结水或蒸汽。通风系统应足够完善，以减少或消除蒸汽和凝结水的积聚。

应采取措施，对乳制品生产厂内各种来源的水在首次使用后，或源自乳、乳清或其他乳制品的水，以卫生的方式尽快收集、处理和回收。

作为一般性的建议（但需根据检测和评估结果进行调整），以下水源可被视为适合预期用途：

- 饮用水以及从乳品中获得的符合饮用水标准的再生水，可用于乳制品生产中的任何用途，包括：
    - 作为食品原料；用于如下目的：
        - 低脂乳制品涂抹酱；
        - 乳粉及其他干燥成分的复水处理；
        - 在干燥或过滤之前加入浓缩的乳制品；
        - 用于奶酪制作或发酵乳制品过程中巴氏杀菌的蒸汽直接注入。
    - 在生产流程结束时以及清洁过程的第一轮冲洗之前，用于将乳制品从管道中冲洗出来；
    - 用于任何与乳制品的直接或间接接触，包括对加工设备与食品接触表面的首次冲洗、清洁、消毒以及最终冲洗等操作。

从加工设备、储罐、容器、器具和挤奶设备的食品接触表面的最后冲洗过程中回收的水，或来自其他再处理的水源：

- 用于在清洁和消毒加工设备、储罐、容器和器具的食品接触表面时的第一道或中间冲洗步骤（可能添加适量的生物农药）；
- 用于清洁非食品接触表面（例如墙壁、地面）；
- 用于与食品接触的用途，或者在进行最终冲洗时（如果再利用的水经过了杀菌处理，例如热处理、紫外线照射、过滤、氯化、臭氧处理），处理方式应足以将微生物风险降低到可接受的水平。

- 其他水可用于锅炉给水、用作冷却的水或冰，或用于其他表面的清洁，但前提是这些水与食品不直接或间接接触。

乳制品厂应具备充足的供水设施，能提供符合饮用水标准的充足水源，并且厂内的水处理系统应能保持水质直至使用为止。如对厂内供水是否受到污染产生任何怀疑，都应对水采样并进行微生物检测。食品经营企业应负责管理其厂内供水系统中的任何微生物污染问题，包括在食品可能受到影响的情况下向相关主管部门报告。

对于乳制品厂而言，任何非饮用水的外部供水（例如用于生产蒸汽、消防和冷却等用途）都是可以接受的，前提是水处理系统专门用于这些目的，并且有明确的标识。

如果食品经营企业发现供水系统存在污染情况，应进行调查并评估这种污染是偶然发生的还是持续存在的问题。如果是后者，则可能需要采取更广泛的补救措施。如果无法确定污染源，食品经营企业应与相关主管部门联系，以确定供水系统是否存在普遍污染，还是污染源自厂内，并采取适当的补救措施来消除污染源。

对任何水源进行消毒以减少其中的微生物危害时，绝不能影响任何乳或乳制品的安全。

6.2 用于再利用的水

在乳制品生产厂中，确实存在对水和乳制品废水进行安全再利用以满足特定用途的技术，这为乳制品生产厂减少外部水源的使用提供了一个可行的方案（见附件 IV）[i]。应当关注并处理在食品生产中使用再利用水所涉及的任何健康风险。

再利用水的用途取决于其来源及其收集、储存和处理的方式。评估这些要素有助于确定此类水是否适合预期用途。可进行再利用的水包括：

- 源自乳、乳制品原料的再生水，或者是乳制品的一部分（例如在奶粉或奶酪生产过程中）；
- 以饮用水的形式进入乳制品生产环节，并经过循环利用直至不再适合作为饮用水的水；
- 用于加热或冷却目的而进行循环利用的水；
- 用于清洁加工设备的水；
- 用于清洁设施地面、墙壁、天花板、管道外部以及加工设备等的水；
- 作为乳制品生产过程中的废水的水。

根据适用性评估，此类再利用水可用于不同用途，但需在下列情况下进行适当处理：

- 作为原料；
- 与乳制品以及乳制品加工或挤奶设备的产品接触表面直接或间接接触；
- 对加工设备、储罐、容器、管道、阀门、器具和设备的产品接触表面进行清洁、消毒和冲洗；用于清洁和消毒前的冲洗用水（首次冲洗）可能不适用于清洁和消毒后的冲洗；
- 清洁非产品接触表面（如墙壁、地板等）；
- 作为锅炉给水；
- 原材料、原料以及成品的加热或冷却过程。

[i] 制定中。

此外，可能存在需要遵守的、由相关主管部门制定的关于水的再利用的法律法规。

还应准备一个适合特定用途的备用供水方案，比如外部的饮用水源，可在再利用水处理系统无效或运行不正常的情况下使用。

在乳制品生产过程中，为设计安全的水再利用系统，可能需要外部的技术支持。

7. 水的回收与处理技术

7.1 一般性建议

膜过滤以及其他卫生设计技术可用于处理再利用、回收或循环使用的水（非饮用水），以使这些水适合特定用途。详情请参阅附件 IV[ii]。

7.2 关于在乳制品生产过程中对水的利用和再利用中应用反渗透技术的具体建议

从渗透液（如冲洗设备和管道得到的乳清或水的混合液）中回收的反渗透水，其微生物含量通常非常低。如反渗透系统的性能效率经过危害分析和验证并证实是稳定的，则反渗透水可根据风险评估或在生成后约 24 小时内用于如下用途，无需额外的杀菌处理[iii]：

- 乳制品中的原料，例如干燥成分和乳粉的复原、奶酪凝块和谷物的热烫；
- 冰和蒸汽的生产，包括直接注入用的蒸汽；
- 对奶酪凝块的清洗以去除酪蛋白/乳清蛋白，并直接冷却奶酪；
- 清洁、消毒，以及清洁步骤之间的冲洗；
- 对所有热处理产品加工线的产品接触表面进行最终的清洁、消毒和冲洗；
- 清洗膜过滤系统或清洗可再利用的包装箱和产品模具；
- 渗滤，即与另一种膜过滤方法结合使用的工艺，通过向膜过滤后得到的浓缩液中添加水以冲洗出成分，从而降低产品粘度并使乳糖和矿物质的净化更有效；
- 酸奶腌制所使用的盐水的制备与稀释。对于用于稀释盐水的再利用水的微生物控制，可将其纳入盐水微生物质量的常规验证流程之中。

在乳制品生产过程中，对于微生物质量不确定的反渗透水（例如在未进行微生物检测的情况下、检测结果表明质量不佳，或者反渗透系统未经验证的情况下）以及那些在大约 24 小时内不会被使用或者根据适用性评估不适合使用的反渗透水，应当进行有效的杀菌处理。

[ii] 制定中。

[iii] 第 40 号微生物风险评估的建议。

7.3 关于通过使乳及乳制品浓缩过程中产生的蒸汽冷凝而从乳中回收再生水的建议

由于存在可能为微生物生长提供条件的有机物质（不同来源的乳制品和处理技术，会导致这种再生水中的有机物质质量有所不同），因此在将此类冷凝水用于某些用途（如作为食品原料或用于食品接触用途）之前，可能需要对其进行处理（例如通过紫外线处理、热处理、杀菌处理、生物过滤器、微滤、超滤、纳滤或反渗透过滤）。未经处理的冷凝水可直接用于非食品接触用途。

来自乳制品加工操作的再利用水可能含有能在不锈钢表面形成生物膜的微生物以及致病菌。因此，当需要时，应对再利用水进行适当的消毒处理，以达到准则规定的适用于预期用途的微生物质量验证值。对水进行化学消毒不可避免会产生消毒残留物。消毒剂的最佳选择会因不同的乳制品生产场所而异，取决于其各自的乳制品生产范围和对水回收再利用的方法，这些都会影响有机负荷。

8. 水的适用性评估

请参阅本准则通则第 7 节和附件 IV[iv]。

9. 水安全管理

请参阅本准则通则第 8 节和附件 IV[v]。

10. 乳制品工厂中适合特定用途的水的应用示例[vi]

以下示例仅用于说明目的。任何再利用场景都应在实施前进行适当的危害分析。

10.1 利用循环或回收技术对饮用水进行再利用的示例

将饮用水引入封闭系统后，会进行一定次数的循环再利用。可接受的循环次数取决于对预设参数（如微生物标准）最大值的评估结果。当达到可接受的循环次数上限时，循环水会从系统中排出，或者接受杀菌处理（例如加热、紫外线或化学消毒剂处理）。

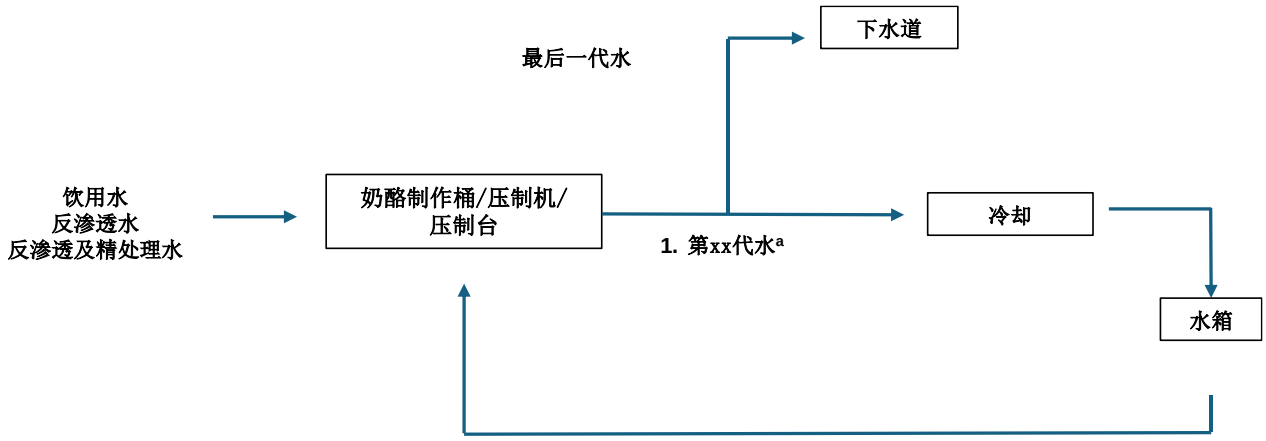
例如，在奶酪生产过程中，再生水被用于后续的冷却步骤，然后在封闭系统中循环使用，如图 1 所示。该图引自第 40 号微生物风险评估附件 4 案例研究 2 中的一个详细示例[14]。

[iv] 制定中。

[v] 制定中。

[vi] 本节中的数据来自第 40 号微生物风险评估。

图 1. 奶酪冷却用水的循环再利用方案



[a] 在此应用场景中，水可进行多次循环。将外部来源的水进行循环以实现新的再利用，会产生第二代水，而对第二代水的再次循环则会形成第三代水，以此类推（第xx代）。当循环次数达到最大值（基于微生物检测结果）时，这些水则被作为废物丢弃（即最后一代）。

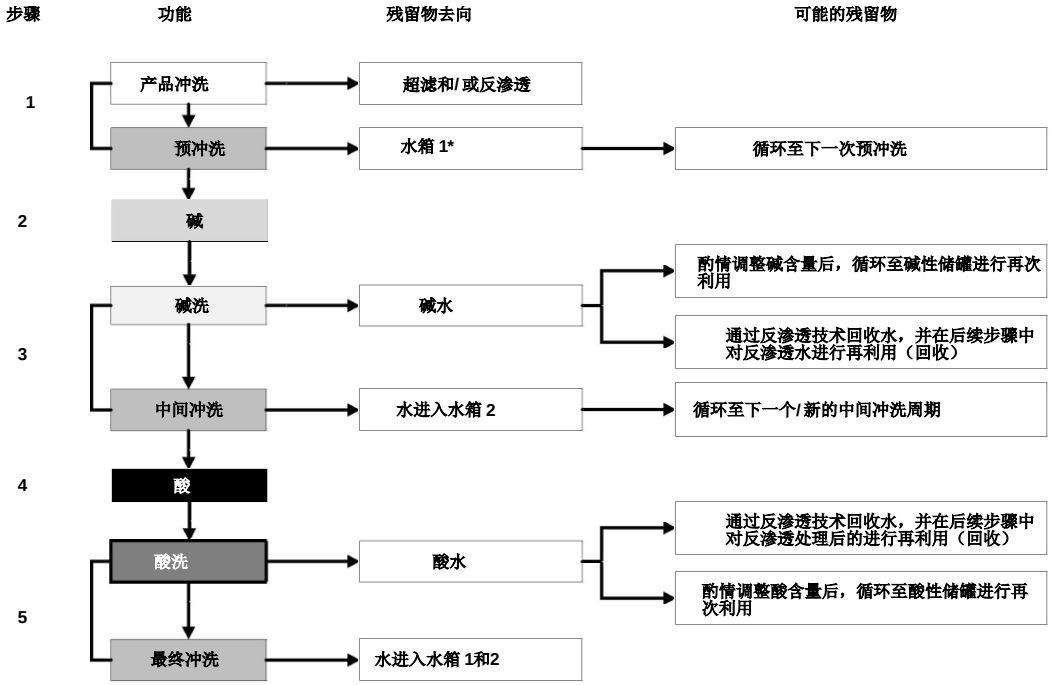
来源：经许可转引自Heggum, C. 2020，《乳制品行业指南——丹麦农业与食品委员会关于在丹麦乳制品工厂实施食品安全管理体系的建议》。

在进行回收利用的情况下，应遵循同样的原则，但在对水进行再利用之前，应根据需要进行必要的再处理/处理步骤。

10.2 从原位清洗系统中回收和再利用水的示例

在乳制品生产厂中，原位清洗系统被用于清除食品接触表面的产品残留物，并消除或减少生物膜的形成。原位清洗系统包括一系列连续的冲洗、清洁和消毒步骤，这些步骤使用适合特定用途的水，在指定的最低温度、流速、压力和化学品浓度下进行，并且此类水需要符合不同的微生物、物理和/或化学参数。在某些情况下，在一个步骤中使用的水可以循环用于同一步骤或之前的步骤，例如，用于最后冲洗步骤的饮用水可以循环用于之前的冲洗步骤。图 2 中对此作了说明，该图引自第 40 号微生物风险评估附件 4 案例研究 3 中的原位清洗系统示例 [14]。

图 2. 五步原位清洗系统中水流再利用示意图，包括从清洗液中回收反渗透水，展示了水循环线路以及在不同步骤中利用超滤、反渗透、反渗透及精处理技术对清洗液中的水进行再循环或回收的可行方案



* 对于未经过巴氏消毒的产品，其清洗后的水在再利用前应先进行巴氏消毒处理，或者将其排入下水道。

来源：改编自Heggum, C. 2020，《乳制品行业指南——丹麦农业与食品委员会关于在丹麦乳制品工厂实施食品安全管理体系的建议》。

10.3 从食品生产/加工中回收和再利用水（再生水）的示例

乳或乳制品中的水分可在加工过程中回收（成为再生水），并进行再利用。再生水可从不同的生产过程中获得，不同的生产过程决定了再生水的微生物安全性以及是否需要再处理。例如，来自蒸发过程的冷凝水、酪蛋白清洗水、乳清以及其他经过额外处理的渗透液，以及乳制品冲洗水。

来自蒸发过程的冷凝水含有有机物质和化合物，如牛奶固体和乳酸，但总体上非常纯净。因此，如果再生水符合作为食品原料或用于食品接触材料的清洁和消毒的水标准，就可以直接使用，或在反渗透或反渗透及精处理系统中处理后再利用。

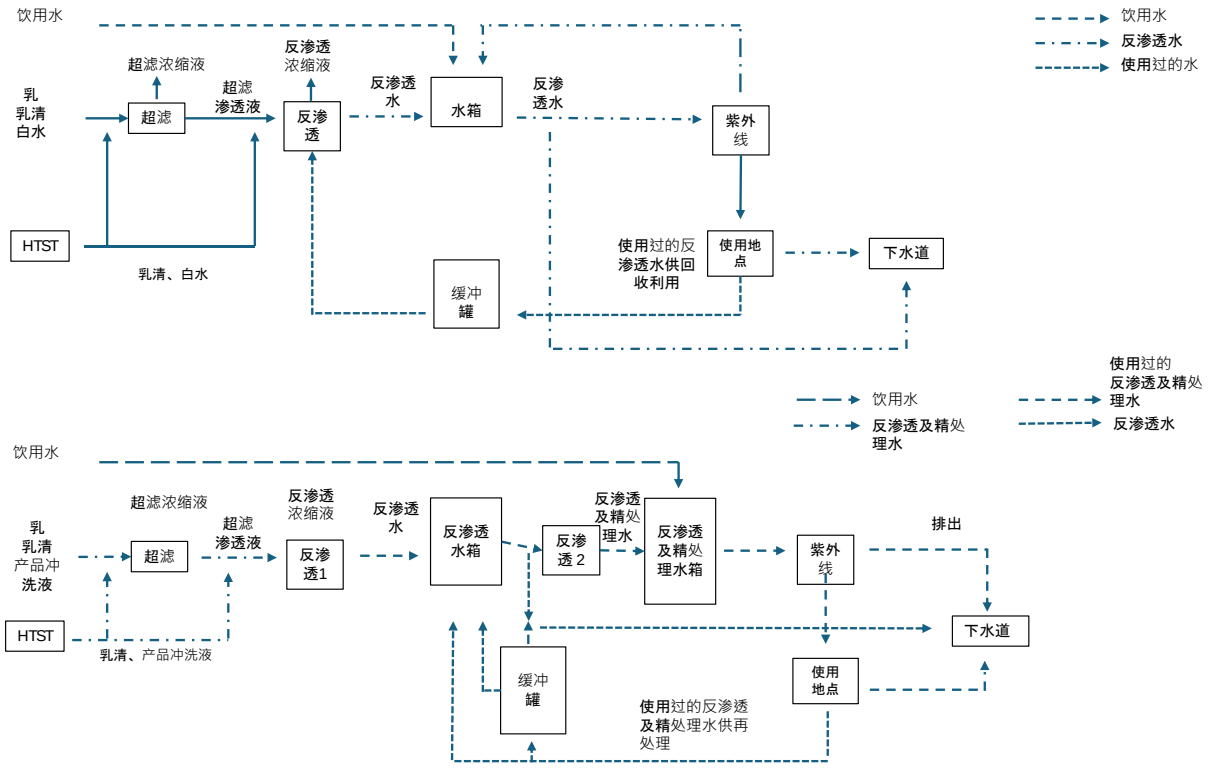
酪蛋白清洗水、乳清渗透液、乳糖渗透液、乳渗透液以及其他一些类型的渗透液是再利用水的良好来源，但由于其中存在少量的乳固体物质（如乳蛋白质或乳糖），可能会促进微生物的生长。因此，对于再利用水的状况应进行仔细评估、监测和验证。应考虑采用诸如纳滤、反渗透和超滤等处理/净化步骤。

乳制品冲洗水可从对管道或储奶罐的初次冲洗中回收得到，由水和乳、以乳为基础的食品材料以及沉积物组成。因冲洗的位置（例如，在对乳的巴氏杀菌之前或之后的设备）以及是否存在生物膜，再生水的微生物污染情况可能会有所不同。可能需要考虑对回收和储存的冲洗水进行处理，以抑制微生物生长。

应当对下列信息进行充分记录：再利用水（初始批次生产用水）的来源和处理方式（如有），以及其后续使用情况（哪些后续批次接触过这种再利水）。如果需要进行食品安全调查，这些信息将非常有用。

图 3 提供了一个利用反渗透或反渗透及精处理技术对乳清中水进行回收的示例。该图引自第 40 号微生物风险评估 [14] 附件 4 案例研究 4 中的一个详细示例。

图 3. 以下为两种涉及通过反渗透/反渗透及精处理和紫外线处理回收再利用水源的场景示例。上图：展示了利用反渗透技术从乳、乳清和产品冲洗液中回收再生水，随后进行紫外线处理的过程。下图：展示了反渗透水通过另一道反渗透工序（即精处理）进一步净化，然后再进行紫外线处理。



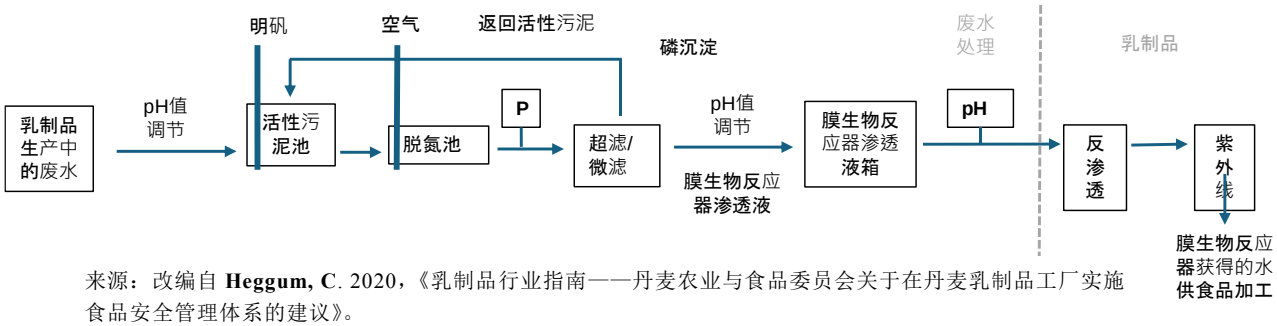
来源：改编自**Heggum, C.** 2020，《乳制品行业指南——丹麦农业与食品委员会关于在丹麦乳制品工厂实施食品安全管理体系的建议》。

10.4 乳制品废水的回收与再利用示例

乳制品生产厂产生的废水，例如含有对人类有害病原体的乳制品加工废水或污水（来自淋浴间、卫生间、厕所、清洗站等的废水），在经过适当处理、适合特定用途的评估及采取管理措施的情况下，可以被收集、处理并用于某些特定用途。这些废水不仅可能含有支持微生物生长的乳成分，还可能含有其他有害物质。

此类废水应进行收集和处理，以防止再利用水发生交叉污染，并符合当地、区域或国家政府的要求。图 4 展示了使用膜生物反应器和反渗透技术从乳制品废水中回收水的示例。该图引自第 40 号微生物风险评估 [14] 附件 4 案例研究 5 中的一个详细示例。

图 4. 使用膜生物反应器和反渗透技术从乳制品废水中回收水的示例



来源：改编自 **Heggum, C**. 2020，《乳制品行业指南——丹麦农业与食品委员会关于在丹麦乳制品工厂实施食品安全管理体系的建议》。

10.5 从非食品生产操作中对水进行回收和再利用的示例

来自外部水源（如私人水井）的水的化学、微生物和物理成分可能各不相同，并且可能含有未知成分。如果生产厂拥有自己的水井，那么这种井水可能是可饮用的，也可能不是。这需要通过收集包括微生物采样和检测以及感官评估（气味和外观）在内的数据来确定。对这种水的 pH 值、浊度、硝酸盐含量和硬度的评估可能会有所帮助。这需要通过适当的评估来确定。如果井水与地表水接触过，则很可能会有微生物污染，但如果经过适当处理，则仍可使用，或可用于任何合适的特定用途。需要进行适用性评估和管理措施，以识别可能的危害，并采取控制措施，以尽可能缓解或消除这些危害。如果需要对水进行处理，应将其纳入危害分析和关键控制点计划中。

第 40 号微生物风险评估 [14] 附件 4 案例研究 1 展示了从奶制品生产厂内或其附近的水井中抽取的水的使用情况。

附件 IV

（制定中）

注释

[1] 粮农组织和世卫组织。1969。《食品卫生通用原则》。第 CXC 1-1969 号食品法典操作规范。食品法典委员会。罗马。

[2] 粮农组织和世卫组织。2003。《新鲜水果和蔬菜卫生操作规范》。第 CXC 53-2003 号食品法典操作规范。食品法典委员会。罗马。

[3] 粮农组织和世卫组织。2003。《鱼和渔产品操作规范》。第 CXC 52-2003 号食品法典操作规范。食品法典委员会。罗马。

[4] 粮农组织和世卫组织。2004。《乳及乳制品卫生操作规范》。第 CXC 57-2004 号食品法典操作规范。食品法典委员会。罗马。

[5] 粮农组织和世卫组织。2007。《微生物风险管理行为原则和准则》。第 CXG 63-2007 号食品法典准则。食品法典委员会。罗马。

[6] 粮农组织和世卫组织。1997。《食品微生物标准制定和应用原则及准则》。第 CXG 21-1997 号食品法典准则。食品法典委员会。罗马。

[7] 粮农组织和世卫组织。2020。《食品企业经营者食品过敏原管理操作规范》。第 CXC 80-2020 号食品法典操作规范。食品法典委员会。罗马。

[8] 粮农组织和世卫组织。2005。《肉类卫生操作规范》。第 CXC 58-2005 号食品法典操作规范。食品法典委员会。罗马。

[9] 粮农组织和世卫组织。1999。《实施微生物风险评估的原则及准则》。第 CXG 30-1999 号食品法典准则。食品法典委员会。罗马。

[10] 粮农组织和世卫组织。2019。粮食生产和加工中的用水安全与质量——会议报告。微生物风险评估系列，第 33 号。罗马。https://www.fao.org/3/ca6062en/CA6062EN.pdf

[11] 粮农组织和世卫组织。2008。《食品安全控制措施验证准则》。第 CXG 69-2008 号食品法典准则。食品法典委员会。罗马。

[12] 粮农组织和世卫组织。2016。《食品卫生通用原则在食源性寄生虫防控方面的应用准则》。第 CXG 88-2016 号食品法典准则。食品法典委员会。罗马。

[13] 粮农组织和世卫组织。2012。《食品卫生通用原则在食物病毒防控方面的应用准则》。第 CXG 79-2012 号食品法典准则。食品法典委员会。罗马。

[14] 粮农组织和世卫组织。2023。《乳制品生产与加工中水资源使用与再利用的安全与质量——会议报告》。微生物风险评估系列，第 40 号。罗马，粮农组织。https://doi.org/10.4060/cc4081en