

团 体 标 准

T/CAGDRS XX—2025

农产品碳足迹核算规范 西蓝花

Specification for Carbon Footprint Accounting of Agricultural  
Products – Broccoli

征求意见稿

2025-XX-XX 发布

2025-XX-XX 实施



中国农业绿色发展研究会 发布



目 次

前言 ..... II

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 1

4 应用 ..... 2

5 原则 ..... 2

6 目的和范围 ..... 2

7 核算步骤 ..... 4

8 数据收集、数据质量和数据保存 ..... 4

9 碳足迹核算方法 ..... 5

10 碳足迹核算报告 ..... 10

附录 A （资料性） 西蓝花碳足迹核算原辅材料碳排放因子推荐值 ..... 12

附录 B （资料性） 西蓝花碳足迹核算相关参数推荐值 ..... 14

附录 C （资料性） 西蓝花碳足迹核算报告 ..... 15

参考文献 ..... 20

## 前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由南京农业大学提出。

本文件由中国农业绿色发展研究会归口。

本文件起草单位：南京农业大学、江苏省绿色食品办公室、江苏省农业科学院、淮阴工学院、中国国检测试控股集团股份有限公司、南京国环有机产品认证中心有限公司、通标标准技术服务（上海）有限公司、江苏天圭认证有限公司。

本文件主要起草人：韩召强、邹建文、王金阳、郭姝敏、林海燕、徐品上、徐继东、朱凤、曹爱兵、姚瑶、张冰心、孙以文、徐凯达、郭汝清、陈健、王栋、魏俊杰。

# 农产品碳足迹核算规范 西蓝花

## 1 范围

本文件确立了西蓝花碳足迹核算的原则与目的，规定了核算范围、核算步骤、核算数据以及核算报告的要求，描述了相应的核算方法。

本文件适用于西蓝花生命周期温室气体（GHG）排放的核算、评价和报告。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 24067 温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南

GB/T 32150 工业企业温室气体排放核算和报告通则

## 3 术语和定义

GB/T 24067 和 GB/T 32150 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**系统边界** system boundary

通过一组准则确定哪些单元过程属于产品系统的一部分。

[来源：GB/T 24067-2024，3.3.4]

### 3.2

**温室气体排放量** greenhouse gas emission; GHG emission

在特定时段内释放到大气中的温室气体总量(以质量单位计算)。

[来源：GB/T 24067-2024，3.2.5]

### 3.3

**二氧化碳当量** carbon dioxide equivalent; CO<sub>2</sub>e

比较某种温室气体与二氧化碳的辐射强迫的单位。

注：表示给定温室气体的二氧化碳当量等于该温室气体质量乘以它的全球变暖潜势值。

[来源：GB/T 24067-2024，3.2.2]

### 3.4

**活动数据** activity data

导致温室气体排放的生产或消费活动量的表征值。

注：如各种化肥农药使用量、化石燃料消耗量、购入电量等。

[来源：GB/T 32150-2015，3.12]

### 3.5

**产品碳足迹** carbon footprint of a product; CFP

产品系统中的GHG排放量和GHG清除量之和，以二氧化碳当量表示，并基于气候变化这一单一环境影响类型进行生命周期评价。

[来源：GB/T 24067-2024，3.1.1]

## 4 应用

4.1 本文件可适用但不限于为产品研究和开发、技术改进、产品碳足迹绩效追踪和信息交流提供信息。

4.2 本文件有助于按照 ISO 14026 开展产品碳足迹和产品部分碳足迹的信息交流。

## 5 原则

### 5.1 相关性

数据和方法的选取适用于所研究系统产生的 GHG 排放量和清除量的评价。

### 5.2 完整性

在产品碳足迹研究中，所有对产品系统有显著贡献的 GHG 排放量和清除量都应包括在内，显著程度取决于取舍准则。

### 5.3 一致性

在产品碳足迹研究的全过程，使用相同的假设、方法和数据，以得到与目的和范围一致的结论。

### 5.4 统一性

采用国际上已认可并已应用于具体产品种类的方法、标准和指南，以提高任何特定产品种类中产品碳足迹之间的可比性。

### 5.5 准确性

产品碳足迹的量化是准确的、可核查的、相关的、无误导性的，并尽可能地减少偏差和不确定性。

### 5.6 透明性

以公开、全面和可理解的信息表述方式记录所有相关问题，披露所有相关假设，并适当引用所使用的方法和数据来源。

## 6 目的和范围

### 6.1 核算目的

开展西蓝花碳足迹核算的目的包括：

——评价西蓝花生产生命周期内相关活动带来的 GHG 排放；

——识别西蓝花生产关键排放环节，挖掘减排潜力；

——为西蓝花碳足迹标识提供依据。

6.2 核算范围

将西蓝花产品的生命周期视为一个具有特定功能的产品系统，并依照生命周期评价（LCA）方法对系统进行分区划分，以明确物质与能量流的投入与输出。总体系统边界采用自农用投入品与包装材料的原料获取开始，直至预冷-粗包装后的西蓝花离开种植场（或田头打包站）为止。为量化温室气体（GHG）排放与碳清除，将西蓝花产品系统划分为若干单元过程，并按照图1所示生命周期阶段进行分组。

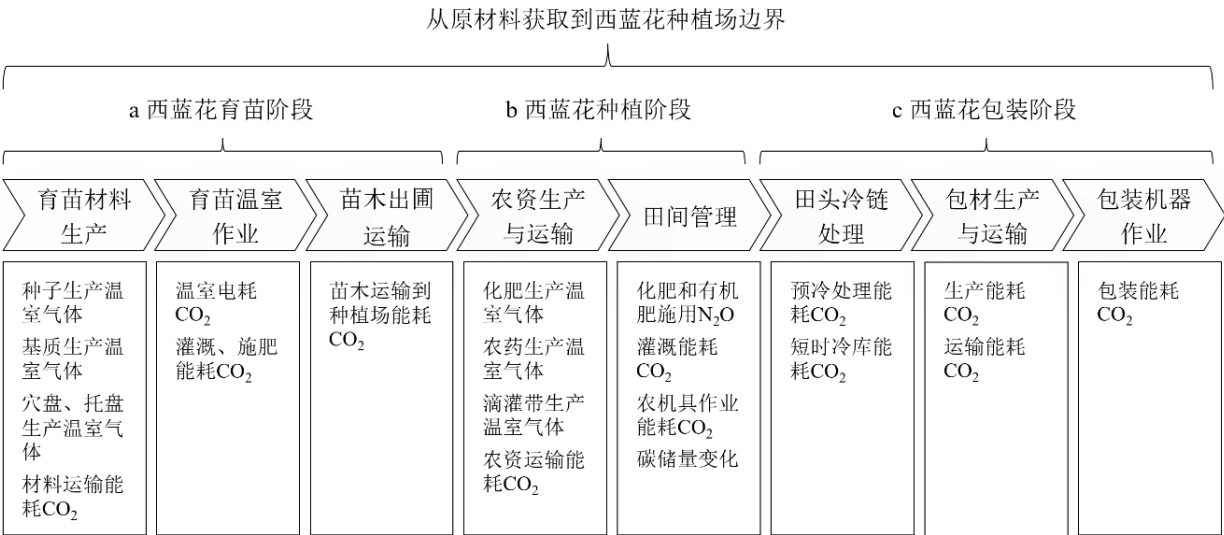


图 1 西蓝花碳足迹核算的单元过程、生命周期阶段和系统边界

6.3 功能单位

西蓝花采用1千克鲜重（可食用部分）作为功能单位。

6.4 系统边界

6.4.1 系统边界选择及要求

- 6.4.1.1 西蓝花碳足迹核算的系统边界宜选择以下生命周期阶段和单元过程。
- 6.4.1.2 西蓝花育苗阶段应包括育苗资材生产与运输、育苗温室运营两个单元过程，如图 1 所示。各单元过程核算内容如下：
- a) 育苗资材生产与运输单元过程核算内容包括：种子和基质生产过程产生的 GHG 排放、穴盘、托盘等塑料制品注塑生产过程产生的 GHG 排放和上述资材从生产地运至苗圃的运输燃料或电力消耗产生的 CO<sub>2</sub> 排放；
  - b) 育苗温室运营单元过程核算内容包括温室运行用电产生的 CO<sub>2</sub> 排放，灌溉施肥用电产生的 CO<sub>2</sub> 排放，以及苗木从苗圃运输至种植场消耗燃料产生的 CO<sub>2</sub> 排放。
- 6.4.1.3 西蓝花种植阶段应包括农资生产运输、田间种植两个单元过程，各单元过程核算内容如下：
- a) 农资生产运输单元过程核算内容包括氮肥、磷肥、钾肥等化肥生产过程产生的 GHG 排放，农药生产过程产生的 GHG 排放和农资运输消耗燃料产生的 CO<sub>2</sub> 排放；
  - b) 田间种植单元过程核算内容包括化肥和有机肥施用产生的 N<sub>2</sub>O 排放，田间机械（整地、移栽、灌溉、植保、收获等）作业消耗燃料或电力产生的 CO<sub>2</sub> 排放，以及灌溉抽水消耗能源产生的 CO<sub>2</sub> 排放；若实施秸秆还田、生物炭施用等增碳措施导致土壤有机碳增量，可在评价期内折算为 CO<sub>2</sub> 当量，并自总排放量中扣减。

6.4.1.4 西蓝花包装阶段由田头冷链处理、包装材料生产与运输与包装机器作业三个单元过程组成，各单位核算内容如下：

- a) 田头冷链处理单元过程核算内容包括真空预冷或强制风冷处理、 $\leq 72$  h 短时冷库运行所消耗电力引起的 CO<sub>2</sub> 排放；
- b) 包装材料生产与运输单元过程核算内容包括纸箱、塑料袋等材料生产和运输过程中产生的 CO<sub>2</sub> 排放；
- c) 包装机器作业单元过程核算内容包括计量、充填、真空封口、装箱等作业所消耗电力引起的 CO<sub>2</sub> 排放。

#### 6.4.2 取舍准则

在西蓝花碳足迹量化过程中，可舍弃影响小于1%的环节，但系统边界内舍弃环节总的影响不应超过碳足迹总量的5%。

#### 6.4.3 时间边界

数据采集时间边界以1茬西蓝花为期。

### 7 核算步骤

开展西蓝花碳足迹核算应按照以下基本步骤：

- a) 确定系统边界、GHG 产生阶段和功能单位；
- b) 选择和收集系统边界内各单元过程的定性活动信息和定量活动数据；
- c) 选择和获取排放因子数据；
- d) 计算各单元过程的 GHG 排放量和碳清除量；
- e) 计算系统边界内西蓝花碳足迹。

### 8 数据收集、数据质量和数据保存

#### 8.1 数据收集内容

8.1.1 西蓝花碳足迹与 GHG 相关的活动数据，应根据系统边界和包括的生命周期阶段和功能单元进行数据收集。

8.1.2 西蓝花育苗阶段收集内容宜包括下列内容：

- 苗圃位置、温室类型（连栋、日光温室或简易棚）及育苗面积；
- 播种量（粒或克）、穴盘数、基质配方及各原料（泥炭、椰糠、蛭石等）用量；
- 穴盘、托盘等育苗容器与托运箱的材质、数量及采购来源；
- 温室采暖、降温、补光、灌溉与施肥等运行过程的电力（或燃气）消耗量；
- 种子、基质、穴盘等资材由供应商运至苗圃的运输距离、载重与燃料消耗量；
- 苗木（穴盘）由苗圃运至种植场的运输距离、车辆类型及燃料消耗量。

8.1.3 西蓝花种植阶段收集内容宜包括下列内容：

- 种植基地地理位置、种植面积、西蓝花品种、定植日期与定植密度；
- 氮、磷、钾化肥以及有机肥、石灰、微量元素肥、农药等投入量；
- 整地、起垄、覆膜、灌溉、施肥、植保、收获等田间机械或电动设备的柴油 / 电力消耗量；



- 灌溉方式、用水量及抽水加压设备用电量；
- 农资（化肥、农药、滴灌带等）由工厂或仓库运至种植场的运输距离与燃料消耗量；
- 化肥和有机肥施用强度、施用方式；
- 田间增碳措施（秸秆还田、生物炭施用等）及其用量与频次；
- 商品花球产量、花球平均质量，及田间废弃物（老花球、叶柄等）产量。

#### 8.1.4 西蓝花包装阶段收集内容宜包括下列内容：

- 预冷方式（真空预冷、强制风冷或冰水预冷）、单批处理质量、预冷运行电量；
- 短时冷库容量、温度设定、存储时长与运行电量；
- 包装类型与材料；
- 包装材料运输距离与能源消耗量；
- 包装作业能源消耗量。

### 8.2 数据收集方法和要求

#### 8.2.1 收集的数据应明确记录其收集过程、收集时间和地理信息。

#### 8.2.2 活动数据应按照以下方法收集现场数据：

- 西蓝花育苗与田间管理阶段 活动数据应依据苗圃与种植场的资材使用台账（种子、基质、化肥、农药）、田间机械作业记录、能耗计量台账（柴油、电力）、灌溉用水计量记录及结算单或发票等予以确认；
- 田头冷链处理阶段 活动数据应依据真空/风冷预冷机运行记录、冷库电表读数、冷链设备能源计量台账、制冰或冷媒采购发票、设备运维记录等予以确认；
- 西蓝花包装阶段 活动数据应依据包装材料领用台账、包装生产线电力（或压缩空气）计量台账、包装机具运转记录，以及包装材料采购发票和结算单等予以确认；
- 在现场数据不可获取的情况下，宜使用国家最新公布的数据。

#### 8.2.3 排放因子数据应按照以下方法收集：

- 优先使用现场排放因子及特征参数；
- 在现场排放因子及特征参数不可获取的情况下，宜使用国家最新公布的数据和经评估过的相关数据库数据；
- 在国家已公布数据不可获取时，宜使用IPCC指南缺省值或附录A提供的推荐值。

#### 8.2.4 数据审定宜通过质量平衡、能量平衡、排放因子的比较分析或其他适当方法进行。

### 8.3 数据保存

#### 8.3.1 开展碳足迹核算应建立数据管理系统(包括数据来源、数据获取时间及相关负责人等信息的记录管理)，保留相关文件和记录,用于数据审查和质量评估。

#### 8.3.2 纸质版数据应存放于保护袋、卷夹或保护盒等保存介质中，由负责人签字并定点保存;如有破损应及时修补，并留存备查。保存地点应具备通风、防盗、防火、防潮、防灾、防鼠、防虫、防霉及防污染等措施。纸质数据记录应至少保存 5 年。

#### 8.3.3 电子化数据应存放于电子储存介质中并进行数据备份，由负责人定期维护管理。文件名称的命名方式应为“编号+西蓝花种植场名称+记录年份”，电子化存储记录宜长期保存，如确实缺乏储存条件，应至少保存 10 年。

## 9 碳足迹核算方法

## 9.1 碳足迹核算

在核算期内，西蓝花碳足迹的核算应包括西蓝花育苗、种植和包装涉及的所有单元过程，按公式（1）计算：

$$CFP = \frac{E-C}{W} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$CFP$ ——西蓝花净碳足迹，单位为千克二氧化碳当量每千克西蓝花（ $\text{kg CO}_2\text{e/kg}$ ）；

$E$  ——西蓝花育苗、种植和包装阶段的GHG排放量总和，单位为千克二氧化碳当量每公顷（ $\text{kg CO}_2\text{e/hm}^2$ ）；

$C$  ——西蓝花系统边界内的碳清除量，单位为千克二氧化碳当量每公顷（ $\text{kg CO}_2\text{e/hm}^2$ ）；

$W$  ——西蓝花产量，单位千克（ $\text{kg}$ ）。

## 9.2 西蓝花育苗、种植和包装阶段的 GHG 排放量

### 9.2.1 GHG 排放总量计算

西蓝花总GHG排放量包括育苗、种植和包装阶段的GHG排放量，按公式（2）计算：

$$E = E_{\text{育苗}} + E_{\text{种植}} + E_{\text{包装}} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$E_{\text{育苗}}$ ——西蓝花育苗阶段产生的GHG排放量，单位为千克二氧化碳当量每公顷（ $\text{kg CO}_2\text{e/hm}^2$ ）；

$E_{\text{种植}}$ ——西蓝花种植阶段产生的GHG排放量，单位为千克二氧化碳当量每公顷（ $\text{kg CO}_2\text{e/hm}^2$ ）；

$E_{\text{包装}}$ ——西蓝花包装阶段产生的GHG排放量，单位为千克二氧化碳当量每公顷（ $\text{kg CO}_2\text{e/hm}^2$ ）。

### 9.2.2 育苗阶段的 GHG 排放量

西蓝花育苗阶段产生的GHG排放量按照（3）～（6）计算：

$$E_{\text{育苗}} = E_{\text{资材}} + E_{\text{温室}} + E_{\text{出圃运输}} \dots\dots\dots (3)$$

$$E_{\text{资材}} = \sum(AD_a \times CEF_a) \dots\dots\dots (4)$$

$$E_{\text{温室}} = \sum(AD_b \times CEF_b) \dots\dots\dots (5)$$

$$E_{\text{出圃运输}} = \sum(AD_c \times CEF_c) \dots\dots\dots (6)$$

式中：

$E_{\text{资材}}$  ——西蓝花育苗阶段育苗资材产生与运输的GHG排放量，单位为千克二氧化碳当量每公顷（ $\text{kg CO}_2\text{e/hm}^2$ ）；

$E_{\text{温室}}$  ——西蓝花育苗阶段温室运营产生的GHG排放量，单位为千克二氧化碳当量每公顷  
( $\text{kg CO}_2\text{e/hm}^2$ )；

$E_{\text{出圃运输}}$  ——苗木由苗圃运至种植场途中产生的GHG排放量，单位为千克二氧化碳当量每公顷  
( $\text{kg CO}_2\text{e/hm}^2$ )；

$a$  ——代表不同类别的育苗投入品（种子、泥炭、蛭石、穴盘、托盘等）；

$AD_a$  ——每公顷育苗阶段投入品  $a$  的活动水平数据，通常以千克每公顷 ( $\text{kg/hm}^2$ ) 计；

$CEF_a$  ——投入品  $a$  的碳排放因子，单位为千克二氧化碳当量每千克 ( $\text{kg CO}_2\text{e/kg}$ )；

$b$  ——代表育苗温室使用的能源类型（电力、天然气、燃油等）；

$AD_b$  ——每公顷育苗阶段消耗能源  $b$  的量，若为电力以千瓦时每公顷 ( $\text{kWh/hm}^2$ ) 计，若为燃料以升或千克每公顷 (L 或  $\text{kg/hm}^2$ ) 计；

$CEF_b$  ——能源  $b$  的碳排放因子；

$c$  ——代表苗木出圃运输方式（柴油货车、汽油货车等）；

$AD_c$  ——苗木运输活动水平数据；

$CEF_c$  ——运输方式  $c$  的碳排放因子。

### 9.2.3 种植阶段产生的 GHG 排放量

#### 9.2.3.1 西蓝花种植阶段产生的 GHG 排放量按公式（7）计算：

$$E_{\text{种植}} = E_{\text{田间}} + E_{\text{农资}} \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中：

$E_{\text{田间}}$  ——种植阶段田间管理产生的GHG排放量，单位为千克二氧化碳当量每公顷 ( $\text{kg CO}_2\text{e/hm}^2$ )；

$E_{\text{农资}}$  ——种植阶段农资投入品（如化肥、农药、农膜等）产生的GHG排放量，单位为千克二氧化碳当量每公顷 ( $\text{kg CO}_2\text{e/hm}^2$ )。

#### 9.2.3.2 种植阶段田间管理产生的 GHG 排放量按公式（8）～（10）计算：

$$E_{\text{田间}} = E_{\text{肥料}} + E_{\text{农机具}} \quad \dots\dots\dots (8)$$

$$E_{\text{肥料}} = E_{\text{N}_2\text{O}} \times \text{GWP}_{\text{N}_2\text{O}} \quad \dots\dots\dots (9)$$

$$E_{\text{农机具}} = \sum (AD_d \times CEF_d) \quad \dots\dots\dots (10)$$

式中：

$E_{\text{肥料}}$  ——由氮肥施用引起的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量每公顷 ( $\text{kg CO}_2\text{e/hm}^2$ )；

$E_{\text{农机具}}$  ——田间机械作业能源消耗引起的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量每公顷  
( $\text{kg CO}_2\text{e/hm}^2$ )；

$E_{\text{N}_2\text{O}}$  ——代表西蓝花种植阶段，每公顷土壤的氧化亚氮总排放量，单位为千克氧化亚氮每公顷  
( $\text{kg N}_2\text{O/hm}^2$ )；

$GWP_{N_2O}$  ——代表氧化亚氮的全球增温潜势，本文件建议采用政府间气候变化专门委员会（IPCC）第六次评估报告提出的缺省值273；

$AD_d$  ——第  $d$  种能源在评价期内的消耗量，单位为升、千瓦时或千克每公顷（L、kWh 或 kg/hm<sup>2</sup>）；

$CEF_d$  ——第  $d$  种燃料的碳排放因子，单位为千克二氧化碳当量每千瓦时、每千克或每升（kg CO<sub>2</sub>e/kWh、kg或L），具体数值可参考附录A。

其中：

a) 种植阶段田间管理中肥料的氧化亚氮总排放量按公式（11）计算：

$$E_{N_2O} = N_{2O_{直接}} + N_{2O_{间接}} \dots\dots\dots (11)$$

式中：

$N_{2O_{直接}}$  ——代表西蓝花种植阶段的氧化亚氮直接排放量，单位为千克氧化亚氮每公顷（kg N<sub>2</sub>O/hm<sup>2</sup>）；

$N_{2O_{间接}}$  ——代表西蓝花种植阶段的氧化亚氮间接排放量，单位为千克氧化亚氮每公顷（kg N<sub>2</sub>O/hm<sup>2</sup>）。

b) 西蓝花种植阶段的氧化亚氮直接排放量按公式（12）计算：

$$N_{2O_{直接}} = \sum N_i \times EF_{1(直接)} \times 44/28 \dots\dots\dots (12)$$

式中：

$i$  ——代表不同的氮输入来源，包括化肥、有机肥；

$N_i$  ——氮输入来源  $i$  的氮输入量，单位为千克氮每公顷（kg N/hm<sup>2</sup>）；

$EF_{1(直接)}$  ——表示直接氧化亚氮排放的排放因子；

44/28 ——表示 N<sub>2</sub>O-N 转化为氧化亚氮的系数。

c) 西蓝花种植阶段的氧化亚氮间接排放量按公式（13）～（15）计算：

$$N_{2O_{间接}} = N_{2O_{沉降}} + N_{2O_{淋溶}} \dots\dots\dots (13)$$

$$N_{2O_{沉降}} = [(F_{SN} \times Frac_{GASF}) + (F_{ON} \times Frac_{GASM})] \times EF_{4(沉降)} \times 44/28 \dots\dots\dots (14)$$

$$N_{2O_{淋溶}} = (F_{SN} + F_{ON}) \times Frac_{LEACH-(H)} \times EF_{5(淋溶)} \times 44/28 \dots\dots\dots (15)$$

式中：

$N_{2O_{沉降}}$  ——化肥和畜禽粪便、堆肥等有机肥中以NH<sub>3</sub>和NO<sub>x</sub>形式挥发后再沉降引起的氧化亚氮排放，单位为千克二氧化碳当量每公顷（kg CO<sub>2</sub>e/hm<sup>2</sup>）；

$N_{2O_{淋溶}}$  ——以淋溶/径流形式损失进入水体进而引起的氧化亚氮排放，单位为千克二氧化碳当量每公顷（kg CO<sub>2</sub>e/hm<sup>2</sup>）；

$F_{SN}$  ——施用于土壤的化肥氮量，单位为千克氮每公顷（kg N/hm<sup>2</sup>）；

$Frac_{GASF}$ ——化肥氮中以 $NH_3$ 和 $NO_x$ 形式损失的比例（%）；

$F_{ON}$ ——施用于土壤的畜禽粪便、堆肥、污水污泥等添加的有机氮量，单位为千克氮每公顷（ $kg\ N/hm^2$ ）；

$Frac_{GASM}$ ——有机氮肥中以 $NH_3$ 和 $NO_x$ 形式挥发的比例（%）；

$EF_{4(沉降)}$ ——大气氮沉降导致氧化亚氮排放的排放因子；

$Frac_{LEACH-(H)}$ ——肥料氮以淋溶/径流损失的比例（%）；

$EF_{5(淋溶)}$ ——氮淋溶和径流引起的氧化亚氮排放的排放因子，具体值见附录B。

9.2.3.3 种植阶段农资生产与运输产生的GHG排放量按公式（16）～（18）计算：

$$E_{\text{农资}} = E_{\text{生产}} + E_{\text{运输}} \quad \dots\dots\dots (16)$$

$$E_{\text{生产}} = \sum (AD_e \times CEF_e) \quad \dots\dots\dots (17)$$

$$E_{\text{运输}} = \sum (AD_f \times CEF_f) \quad \dots\dots\dots (18)$$

式中：

$E_{\text{生产}}$ ——农资投入品生产过程中产生的GHG排放量，单位为千克二氧化碳当量每公顷（ $kg\ CO_2e/hm^2$ ）；

$E_{\text{运输}}$ ——农资投入品运输到种植场过程中产生的GHG排放量，单位为千克二氧化碳当量每公顷（ $kg\ CO_2e/hm^2$ ）；

$e$ ——代表不同的投入品类型，包括化肥、农药等；

$AD_e$ ——代表每公顷投入品 $e$ 的活动水平数据；

$CEF_e$ ——代表投入品 $e$ 的碳排放因子，常用碳排放因子见附录A；

$f$ ——代表不同运输方式，包括柴油货车、汽油货车、电动货车等；

$AD_f$ ——代表不同运输方式产生的能源消耗量；

$CEF_f$ ——代表运输方式 $f$ 的碳排放因子，常用碳排放因子见附录A。

#### 9.2.4 包装阶段产生的GHG排放量

西蓝花包装阶段的GHG排放包括田头冷链处理、包装材料生产与运输和包装机器作业的GHG排放量，按公式（19）～（22）计算：

$$E_{\text{包装}} = E_{\text{冷链}} + E_{\text{生产运输}} + E_{\text{包装机器}} \quad \dots\dots\dots (19)$$

$$E_{\text{冷链}} = \sum (AD_g \times CEF_g) \quad \dots\dots\dots (20)$$

$$E_{\text{生产运输}} = \sum (AD_h \times CEF_h) + \sum (AD_i \times CEF_i) \quad \dots\dots\dots (21)$$

$$E_{\text{包装机器}} = \sum (AD_j \times CEF_j) \quad \dots\dots\dots (22)$$

式中：

$E_{\text{包装生产}}$  ——包装材料生产过程产生的排放量，单位为千克二氧化碳当量每公顷（ $\text{kg CO}_2\text{e/hm}^2$ ）；

$E_{\text{包装运输}}$  ——包装材料由生产厂运至包装现场的运输排放量，单位为千克二氧化碳当量每公顷（ $\text{kg CO}_2\text{e/hm}^2$ ）；

$E_{\text{包装机器}}$  ——包装机具作业能耗产生的排放量，单位为千克二氧化碳当量每公顷（ $\text{kg CO}_2\text{e/hm}^2$ ）；

$g$  ——冷链所用能源类型；

$AD_g$  ——冷链处理消耗能源  $j$  的量；

$CEF_g$  ——能源  $j$  的碳排放因子；

$h$  ——代表不同的包装材料，包括塑料袋、瓦楞纸箱等；

$AD_h$  ——代表每公顷产出的西蓝花所需的包装材料  $h$  的消耗量，单位为千克每公顷（ $\text{kg/hm}^2$ ）；

$CEF_h$  ——包装材料  $h$  生产过程的碳排放因子，单位为千克二氧化碳当量每千克（ $\text{kg CO}_2\text{e/kg}$ ），具体值见附录A；

$i$  ——包装材料运输方式；

$AD_i$  ——包装材料运输活动水平数据；

$CEF_i$  ——运输方式  $i$  的碳排放因子，推荐值见附录A；

$j$  ——包装机具所用能源类型；

$AD_j$  ——包装机具在评价期内消耗能源  $j$  的量；

$CEF_j$  ——能源  $j$  的碳排放因子，推荐值见附录A。

### 9.3 碳清除量计算

西蓝花的清除量仅包括土壤碳储量的变化。该部分的量化按公式（23）～（24）计算：

$$C = SOCS_t - SOCS_0 \dots\dots\dots (23)$$

$$SOCS = BD \times H \times SOC \times 44/12 \dots\dots\dots (24)$$

式中：

$SOCS_t$  ——核算期末的土壤碳储量，单位为千克二氧化碳当量每公顷（ $\text{kg CO}_2\text{e/hm}^2$ ）；

$SOCS_0$  ——核算期初的土壤碳储量，单位为千克二氧化碳当量每公顷（ $\text{kg CO}_2\text{e/hm}^2$ ）；

$BD$  ——土壤容重，单位为克每立方厘米（ $\text{g/cm}^3$ ）；

$H$  ——土层厚度，单位为厘米（ $\text{cm}$ ）；

$SOC$  ——核算期初或者期末的土壤有机碳含量，单位为克碳每一百克土壤（ $\text{g C/100 g}$ ）。

## 10 碳足迹核算报告

### 10.1 西蓝花碳足迹核算报告应包括以下组成部分：

- a) 西蓝花生产单位的基本信息；
- b) 核算目的；
- c) 功能单位；

- d) 系统边界;
- e) 取舍原则;
- f) 时间边界;
- g) 数据信息和来源;
- h) 核算结果和结果解释。

10.2 西蓝花碳足迹核算报告模板见附录 C。

附 录 A  
(资料性)

西蓝花碳足迹核算原辅材料碳排放因子推荐值

农业投入品碳排放因子推荐值参见表A.1

表 A. 1 农业投入品碳排放因子推荐值

排放源	碳排放因子	单位	数据来源
化学肥料（氮肥）	8.3	kg CO <sub>2</sub> e/kg	《中国产品全生命周期温室气体排放系数集（2022）》
化学肥料（磷肥）	2.33		
化学肥料（钾肥）	0.66		
农药	13.50		

化石能源碳排放因子推荐值参见表A.2

表 A. 2 化石能源碳排放因子推荐值

燃料类型	碳排放因子	单位	数据来源
汽油	3.85	kg CO <sub>2</sub> e/kg	《中国产品全生命周期温室气体排放系数集（2022）》
柴油	3.82		

各省电网电力碳排放因子推荐值参见表A.3

表 A. 3 各省电网电力碳排放因子推荐值（kg CO<sub>2</sub>e/kWh）

省份	碳排放因子	省份	碳排放因子	省份	碳排放因子
北京	0.5580	浙江	0.5153	海南	0.4184
天津	0.7041	安徽	0.6782	重庆	0.5227
河北	0.7252	福建	0.4092	四川	0.1404
山西	0.7096	江西	0.5752	贵州	0.4989
内蒙古	0.6849	山东	0.6410	云南	0.1073
辽宁	0.5626	河南	0.6058	陕西	0.6558
吉林	0.4932	湖北	0.4364	甘肃	0.4772
黑龙江	0.5368	湖南	0.4900	青海	0.1567
上海	0.5849	广东	0.4403	宁夏	0.6423
江苏	0.5978	广西	0.4044	新疆	0.6231
数据来源	生态环境部、国家统计局发布的《关于发布 2022 年电力二氧化碳排放因子的公告》				



各类包装材料碳排放因子推荐值见表A.4

表 A. 4 各类包装材料碳排放因子推荐值

包装类型	推荐值	单位	来源
塑料编制布包装袋	2.51	kg CO <sub>2</sub> e/kg	《中国产品全生命周期温室气体排放系数集（2022）》
塑料薄膜包装袋	3.24		
塑料袋	8.21		
包装纸	0.14		
瓦楞纸箱	7.10		
透明胶带	2.77		

附 录 B  
(资料性)

西蓝花碳足迹核算相关参数推荐值

西蓝花碳足迹核算相关参数推荐值见表B.1。

表 B. 1 西蓝花碳足迹核算相关参数推荐值

说明	项目	推荐值	数据来源
氧化亚氮的全球增温潜势	$GWP_{N_2O}$	273	Nabuurs et al., 2022
排放因子	$EF_{1(直接)}$	1%	IPCC, 2019
	$EF_{4(沉降)}$	1%	IPCC, 2019
	$EF_{5(淋溶)}$	1.1%	IPCC, 2019
以 $NH_3$ 和 $NO_x$ 形式损失的 肥料氮的比例	$Frac_{GASF}$	11%	IPCC, 2019
	$Frac_{GASM}$	21%	IPCC, 2019
以淋溶/径流形式损失的氮占 添加氮的比例	$Frac_{LEACH-(H)}$	24%	IPCC, 2019

附 录 C  
(资料性)  
西蓝花碳足迹核算报告

西蓝花碳足迹核算报告模板如下。

# 西蓝花碳足迹研究报告

报告单位名称：\_\_\_\_\_

报 告 编 号 ：\_\_\_\_\_

报 告 年 度 ：\_\_\_\_\_

报告完成日期：\_\_\_\_\_

报 告 完 成 人 ：\_\_\_\_\_

一、西蓝花生产单位的信息
<div>(一) 西蓝花生产单位基本信息</div> <div>生产单位名称：</div> <div>地 址：</div> <div>法定代表人：</div> <div>联 系 人：</div> <div>联 系 电 话：</div> <div>企 业 概 况：</div> <div>(二) 产品信息</div> <div>产 品 名 称：</div> <div>产 品 规 格：</div> <div>产 品 简 介：</div> <div>产 品 图 片：</div>
二、核算目的
三、功能单位
四、系统边界
<div>(一) 系统边界的单元过程</div> <div>1.西蓝花育苗阶段</div> <div><input type="checkbox"/>育苗资材生产运输 <input type="checkbox"/>育苗温室运营 <input type="checkbox"/>苗木出圃运输</div> <div>2.西蓝花种植阶段</div> <div><input type="checkbox"/>农资生产与运输 <input type="checkbox"/>西蓝花田间管理</div> <div>3.西蓝花包装阶段</div> <div><input type="checkbox"/>田头冷链处理 <input type="checkbox"/>包装材料生产与运输 <input type="checkbox"/>包装机器作业能耗</div>

## 4.其他

图 1 西蓝花碳足迹量化系统边界图

## (二) 系统边界各阶段与单元过程的核算内容

## 1.西蓝花育苗阶段

## (1) 育苗资材生产运输单元过程

- ☐ 种子生产过程产生的 GHG 排放
- ☐ 基质生产过程消耗能源产生的 GHG 排放
- ☐ 材料运输消耗能源产生的 CO<sub>2</sub> 排放

## (2) 育苗温室运营单元过程

- ☐ 温室运营消耗能源产生的 CO<sub>2</sub> 排放
- ☐ 灌溉、施肥消耗能源产生的 CO<sub>2</sub> 排放

## (3) 苗木出圃运输单元过程

- ☐ 苗木运输到种植场消耗能源产生的 CO<sub>2</sub> 排放

## 2.西蓝花种植阶段

## (1) 农资生产与运输单元过程

- ☐ 氮肥、磷肥、钾肥等化肥生产过程产生的 GHG 排放
- ☐ 农药生产过程消耗能源产生的 GHG 排放
- ☐ 农资运输消耗能源产生的 CO<sub>2</sub> 排放

## (2) 田间管理单元过程

- ☐ 化学氮肥施用产生的 N<sub>2</sub>O 排放
- ☐ 有机肥施用产生的 N<sub>2</sub>O 排放
- ☐ 农机具（移栽到收获阶段）作业消耗能源产生的 CO<sub>2</sub> 排放
- ☐ 灌溉消耗能源产生的 CO<sub>2</sub> 排放
- ☐ 碳储量变化

## 3.西蓝花包装阶段

## (1) 田头冷链处理单元过程

- ☐ 预冷处理能耗 CO<sub>2</sub> 排放
- ☐ 短时冷库能耗 CO<sub>2</sub> 排放

## (2) 包装材料生产与运输单元过程

- ☐ 生产能耗 CO<sub>2</sub> 排放
- ☐ 运输能耗 CO<sub>2</sub> 排放

## (3) 包装机器作业能耗单元过程

- ☐ 包装能耗 CO<sub>2</sub> 排放

五、取舍原则																																
采用的取舍准则： _____， 具体规则如下：																																
六、时间边界																																
核算年度： _____年度																																
七、数据清单和数据来源																																
<p>（一）活动数据</p> <p>生命周期各阶段活动数据清单、数值和来源见表 1。</p> <p>表 1 西蓝花生命周期活动数据清单说明</p> <table border="1"><thead><tr><th>生命周期阶段</th><th>数据清单</th><th>数据数值</th><th>数据来源</th></tr></thead><tbody><tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr><tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr><tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr></tbody></table> <p>（二）排放因子数据</p> <p>生命周期各阶段排放因子数据清单、数值和来源见表 2。</p> <p>表 2 西蓝花生命周期排放因子数据清单说明</p> <table border="1"><thead><tr><th>生命周期阶段</th><th>数据清单</th><th>排放因子数值</th><th>数据来源</th></tr></thead><tbody><tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr><tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr><tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr></tbody></table>	生命周期阶段	数据清单	数据数值	数据来源													生命周期阶段	数据清单	排放因子数值	数据来源												
生命周期阶段	数据清单	数据数值	数据来源																													
生命周期阶段	数据清单	排放因子数值	数据来源																													

八、核算结果和结果解释

(一) 核算过程

(二) 结果解释

\_\_\_\_\_（填写产品生产者的全名）生产的\_\_\_\_\_（填写碳足迹核算的产品名称，每功能单位的产品），从\_\_\_\_\_（填写某生命周期阶段）到\_\_\_\_\_（填写某生命周期阶段）生命周期碳足迹为\_\_\_\_\_ t CO<sub>2</sub>e/功能单位。各阶段 GHG 排放见表 3。

表 3 西蓝花生命周期各阶段 GHG 排放情况

生命周期阶段及单元过程	碳足迹 (t CO <sub>2</sub> e/功能单位)	贡献百分比 %
总计		

## 参 考 文 献

- [1] GB/T 24067 温室气体产品碳足迹量化要求和指南
  - [2] GB/T 32150-2015 工业企业温室气体排放核算和报告通则
  - [3] Zhang, W. F., Dou, Z. X., He, P., Ju, X. T., Powlson, D., Chadwick, D., Norse, D., Lu, Y. L., Zhang, Y., Wu, L., Chen, X. P., Cassman, K. G., & Zhang, F. S. (2013). New technologies reduce greenhouse gas emissions from nitrogenous fertilizer in China. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 110(21), 8375 – 8380.
  - [4] 生态环境部环境规划院, 北京师范大学, 中山大学, 中国城市温室气体工作组. 中国产品全生命周期温室气体排放系数集 [R]. 北京: 生态环境部环境规划院, 2022.
  - [5] 国家发展和改革委员会办公厅, 省级温室气体清单编制指南(试行): 发改办气候[2011]1041 号.
  - [6] Nabuurs, G.-J., R. Mrabet, A. Abu Hatab, M. Bustamante, H. Clark, P. Havlík, J. House, C. Mbow, K.N. Ninan, A. Popp, S. Roe, B. Sohngen, S. Towprayoon, 2022: Agriculture, Forestry and Other Land Uses (AFOLU). In IPCC, 2022: Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [P.R. Shukla, J. Skea, R. Slade, A. Al Khourdajie, R. van Diemen, D. McCollum, M. Pathak, S. Some, P. Vyas, R. Fradera, M. Belkacemi, A. Hasija, G. Lisboa, S. Luz, J. Malley, (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA.
  - [7] IPCC (2019). Chapter 11: N<sub>2</sub>O Emissions from Managed Soils, and CO<sub>2</sub> Emissions from Lime and Urea Application. In: 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use. Edited by Kristell Hergoualc’h, Hiroko Akiyama, Martial Bernoux, Ngonidzashe Chirinda, Agustin del Prado, Åsa Kasimir, James Douglas MacDonald, Stephen Michael Ogle, Kristiina Regina, and Tony John van der Weerden. IPCC, Geneva, Switzerland.
-