**Genwirkkette bei der Gerste**

Die Gerste (*Hordeum vulgare*) wurde vor etwa 10.000 Jahren aus der Wildgerste gezüchtet. Als proteinärmere Sommergerste dient sie vor allem der Herstellung von Braumalz (Braugerste), als proteinreichere Wintergerste vor allem als Viehfutter. Viele Gerstensorten produzieren ein Alkaloid namens Gramin, das die Gerste vor Krank­heitserregern und Insektenfraß schützt, aber ihre Nutzung als Futtermittel einschränkt, weil es giftig ist.

**Aufgaben**

1 Erstellen Sie ein Reaktionsschema für die Biosynthese von Gramin aus Trypto­ phan (ohne Formeln, mit Enzymen) nach den Angaben aus M1.

2 Nennen Sie die Methoden, welche angewendet werden müssen, um die in M2 beschriebenen Effekte zu erreichen. Formulieren Sie eine Hypothese, die damit verifiziert werden kann.

3 Nennen Sie die Methoden, welche angewendet werden müssen, um die in M3 beschriebenen Effekte zu erreichen. Nennen Sie jeweils den Vorteil für die Nutzung einer Gerstensorte, die nach dem Eingriff Gramin herstellt bzw. nicht.

**Materialien**

**M1**

Forschungsgruppen des Leibnitzinstituts für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenfor­schung (IPK) und der Leibnitz Universität Hannover haben 2024 den Syntheseweg von Gramin entschlüsselt. Die Genwirkkette dafür ist ungewöhnlich kurz und wird von nur zwei Enzymen gesteuert: Das neu entdeckte Enzym mit der Bezeichnung HvAMIS entfernt von der weit verbreiteten Aminosäure Tryptophan die Carboxygruppe, wo­durch der Stoff Amino­methylindol ent­steht. Das seit 2006 bekannte Enzym HvNMT fügt an die Aminogruppe des Amino­methylindols in zwei aufeinander folgenden Reaktions­schritten je eine Methylgruppe an. Das Zwischenprodukt heißt N-Methyl-amino­methyl­indol, das End­pro­dukt ist das Gramin (= N,N-Dimethylamino-aminomethylindol).

\* *Hordeum vulgare*, Aminomethylindol-Synthetase

\*\* Transferase, die eine Methylgruppe auf Stickstoff (N) überträgt

**M2**

Die Backhefe *Saccharomyces cerevisiae*, die Tabaksorte *Nicotiana benthamiana* so­wie die Ackerschmalwand *Arabidopsis* können natürlicherweise kein Gramin herstel­len. Das Forschungsteam gibt in seinem Artikel in der Zeitschrift Science an, diese drei Organismen so manipuliert zu haben, dass sie Gramin hergestellt haben.

**M3**

Sara Leite Dias, Erstautorin der Studie, fügt hinzu: „Zudem ist es uns durch gen­tech­nische Veränderung auch gelungen, Gramin in einer nicht graminproduzierenden Gersten­sorte herzustellen und umgekehrt, die Graminproduktion in einer gramin­produ­zieren­den Gerstensorte durch Genom-Editierung zu unterbinden.“

[Quelle: Leite Dias et al. (2024): Biosynthesis of the allelopathic alkaloid gramine in barley by a cryptic oxidative rearrangement. Science. DOI: 10.1126/science.adk6112; Bericht im vbio newsletter vom 3.4.2024]

**Hinweise für die Lehrkraft:**

*Ergebnis aktueller Forschung*

*Zusätzliches Übungsblatt zur* ***Begabtenförderung***

*Die Kursteilnehmer üben damit den Umgang mit einem langen, komplexen Text, der viele ihnen unbekannte Fachbegriffe enthält, die sie aber zur Bearbeitung gar nicht verstehen müssen.*

*Rückgriff auf Vorwissen aus dem ersten Abschnitt der Genetik (1.5.2 Genwirk­kette)*

1

[HvAMIS] [HvNMT] [HvNMT]

Tryptophan Aminomethyl- N-Methyl-amino- Gramin

indol methylindol

*nur zur Information hier die Reaktionsschritte am Aminosäurekopf:*

COOH NH2 H–N–CH3 H3C–N–CH3

| | | |

H2N–C–H H–C–H H–C–H H–C–H

| | | |

2

Den drei Pflanzen fehlt entweder das Enzym HvAMIS oder das Enzym HvNMT oder beide. Mithilfe von Genomeditierung können die Gene für diese Enzyme in die Zielorganismen eingebracht werden.

Hypothese: Zur Herstellung von Gramin aus Tryptophan (das als Aminosäure in allen Orga­nismen vorkommt) sind die beiden genannten Enzyme wesentlich.

3

In eine nicht graminproduzierende Gerstensorte muss das Gen für das eine oder das andere Enzym eingebracht werden (z. B. mit Genomeditierung), damit sie Gramin herstellt. Vorteil: Schutz vor Krankheitserregern und Insektenfraß.

In einer graminproduzierenden Sorte muss entweder das Gen für HvAMIS oder das Gen für HvNMT durch Genomeditierung zerstört werden, z. B. indem ein Teil der Nukleotide heraus­geschnitten wird oder indem wesentliche Nukleotide verändert werden, damit mindestens eines der beiden Enzyme ausfällt und somit kein Gramin mehr produziert wird. Vorteil: problemlose Verwendung als Futtermittel für Nutzvieh.

Thomas Nickl, April 2024