

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 Tryptophan (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 Leibnizinstituts für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung (IPK) und der Leibniz 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.“

Hinweise für die Lehrkraft:

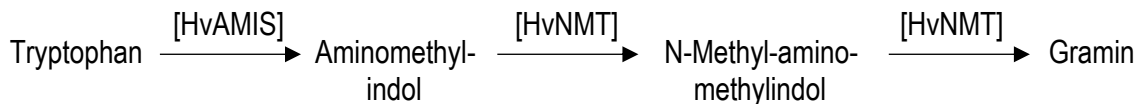
Ergebnis aktueller Forschung

Zusätzliches Übungsblatt zur **Begabtenförderung**

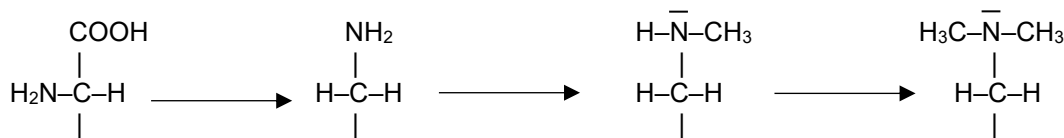
Die Kursteilnehmer üben damit den Umgang mit einem langen, komplexen Text, der viele ihnen unbekannte Fachbegriffe enthält, die sie aber zur Bearbeitung gar nicht verstehen müssen.

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

1



nur zur Information hier die Reaktionsschritte am Aminosäurekopf:



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.