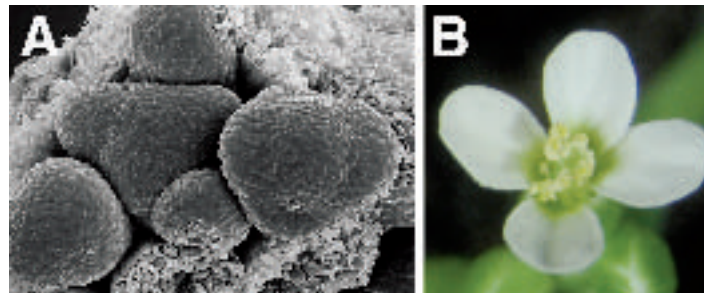


## SUB-Unternehmen in Pflanzenzellen

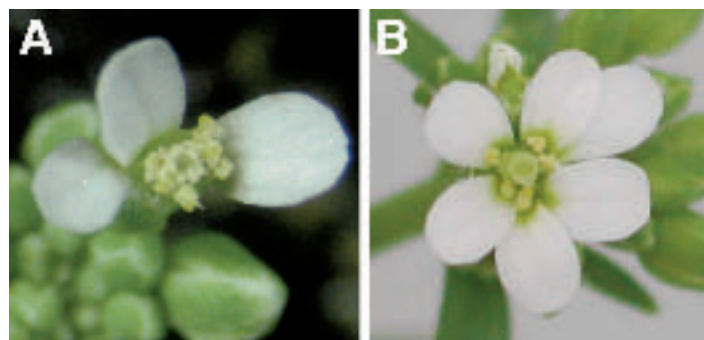
**Bei Pflanzen werden Anzahl, Größe und Form der Organe postembryonal innerhalb des Meristems, dem Ursprung der Organe, sowie innerhalb der sich entwickelnden Organe selbst bestimmt. Um eine normale Organogenese zu gewährleisten, müssen Zellen ständig ihre gegenseitigen Positionen bestimmen. Über die entsprechenden Kommunikationsmechanismen weiß man wenig. Hier setzt die Arbeitsgruppe um Prof. Kay Schneitz, Extraordinarius für Entwicklungsbiologie der Pflanzen am TUM-Wissenschaftszentrum Weihenstephan, an: Die TUM-Forscher haben bei der Modellpflanze Ackerschmalwand (*Arabidopsis thaliana*) eine neue, Rezeptor-basierende Signalübertragungskette entdeckt und wollen diesen für die pflanzliche Organogenese äußerst wichtigen Mechanismus nun aufklären.**

Ein wichtiger Unterschied in der Organogenese von Tieren und Pflanzen betrifft den Zeitpunkt der Organ-Initiation und -Entwicklung. Bei Säugetieren etwa entstehen die Organe bereits während der Embryogenese im Mutterleib, geboren wird ein prinzipiell fertiger Organismus. Bei Pflanzen dagegen bildet sich während der Embryogenese im reifenden Samenkorn mit dem späteren Keimling nur eine zweipolige Wachstumsachse. Mit Ausnahme der Keimblätter finden sich keine lateralen Organe, und Keimlinge verschiedener Spezies sind sich außer in Größe und Anzahl der Keimblätter weitgehend ähnlich. Die lateralen Organe - Blätter, Blüten und Blütenorgane - entstehen durch die Aktivitäten von »Apikalmeristemen«. Im Apikalmeristem, kurz Meristem, lassen sich verschiedene Bereiche unterscheiden. In der zentralen Zone befinden sich die Stammzellen. Sie sind die Vorläufer aller anderen Organzellen und teilen sich nur sehr selten. Ab und zu fin-

den sich Tochterzellen wieder, teilweise auch in der peripheren Zone oder dem Rippenmeristem. Zellen in diesen Regionen teilen sich vergleichsweise häufig, und die lateralen Organe entstehen auch an den Rändern der peripheren Zone. Zellen des Rippenmeristems sind die Vorläufer der Zellen des zentralen Markgewebes im Stamm oder Stängel der Pflanze. Die verschiedenen Meristemzonen bleiben konstant erhalten, aber die sie konstituierenden Zellen werden immer wieder ausgetauscht. Die Zonen des Meristems befinden sich also in einem dynamischen Gleichgewicht, und das Verhalten der einzelnen Zellgruppen mit unterschiedlichen Eigenschaften muss entsprechend koordiniert werden. Offenbar ist die Kommunikation zwischen den Zellen von allergrößter Wichtigkeit. Zu bedenken ist auch, dass diese Koordination, je nach Pflanzenspezies, über Jahre, Jahrhunderte oder sogar Jahrtausende hinweg gewährleistet wird.



**A: Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme eines Arabidopsis-Meristems mit jungen Blütenprimordien. B: Normale Arabidopsis-Blüte mit vier Kronblättern.**



**Zu kleine Blüte mit nur drei (A) und zu große Blüte mit sechs Kronblättern (B).**

Tatsächlich sind, das haben Untersuchungen gezeigt, Kommunikationsprozesse von essentieller Bedeutung für die Meristemorganisation, die frühe Organogenese und generell die Pflanzenentwicklung. Allerdings weiß man über die entsprechenden molekularen Mechanismen nur sehr wenig. Ein herausragender Mechanismus besteht aus einer Rückkopplungsschleife, bei der der Transkriptionsfaktor WUSCHEL (WUS) indirekt die Stammzellpopulation positiv reguliert. Gleichzeitig synthetisieren die Stammzellen das Peptid CLAVATA3 (CLV3), das über einen bekannten Rezeptorkomplex die Expression des WUS-Gens negativ reguliert. *clv3*-Mutanten entwickeln ein zu großes Meristem, das auch eine größere Anzahl lateraler Organe generiert. Ursache dafür ist die Vergrößerung der Stammzellpopulation, ausgelöst durch ein verstärktes WUS-basierendes Signal. Indirekt vergrößert sich so die periphere Zone, die Anzahl lateraler Organe nimmt zu. Dieser CLV-WUS-Rückkopplungsmechanismus war der bisher einzige bekannte und molekular definierte Signaltransduktionsmechanismus, der eine direkte Rolle in der Organisation des Apikalmeristems spielt.

Der TUM-Arbeitsgruppe gelang es, eine Komponente eines zweiten für die Meristementwicklung wichtigen Signaltransduktionsmechanismus aufzuspüren: das STRUBBELIG (SUB)-Gen. Die Wissenschaftler konnten zeigen, dass SUB für eine neuartige Transmembranrezeptor-kinase kodiert. Pflanzen, die keinerlei SUB-Aktivität besitzen, zeigen ein äu-

berst interessantes Phänomen: Je nach Individuum ist das Meristem vergrößert oder verkleinert, charakterisiert durch eine vergrößerte beziehungsweise verkleinerte Zellzahl. Entsprechend tragen die Pflanzen mehr oder weniger Blüten mit mehr oder weniger Blütenorganen. Pflanzen mit zuviel SUB-Aktivität zeichnen sich nur durch vergrößerte Meristeme aus. Diese Resultate deuten darauf hin, dass sich SUB direkt auf die Größengebung des Meristems auswirkt. Die genetische Analyse ergab, dass SUB unabhängig vom CLV-WUS-Mechanismus agiert. Eine Interpretation des Erscheinungsbildes von sub-Mutanten schlägt für die SUB-Funktion ein biphasisches Muster vor: Zu einem frühen Zeitpunkt ist SUB Teil einer Signalübertragung, die die Zellproliferation im Meristem positiv reguliert; später hemmt der SUB-Mechanismus die Zellproliferation. Ähnliche biphasische Szenarien sind grundsätzlich für menschliche und tierische Wachstumsfaktoren und deren Rezeptoren bekannt. In Pflanzen wurde ein solches System bis jetzt noch nicht beschrieben. Die TUM-Arbeitsgruppe will nun den SUB-Signaltransduktionsmechanismus im Detail aufklären. Das dürfte auch für die Praxis interessant sein, da die Manipulation des SUB-Gens bei Nutzpflanzen wie Reis, Mais oder Weizen zu einem erhöhten Ertrag führen könnte.

Kay Schneitz

Technische Mikrobiologie: Neuartige Lebensmittel

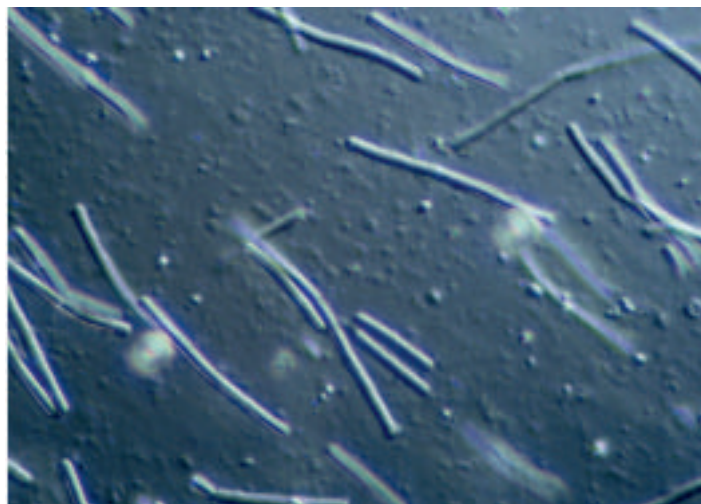
## »Wellness-Mikroben« für die Backstube

**Neue Erkenntnisse der Lebensmittel-Forschung eröffnen neue Produktionsverfahren für »moderne« Lebensmittel, bei denen nicht nur der Nährwert, sondern auch der Genusswert und der Beitrag zur gesundheitsbewussten Ernährung im Vordergrund steht - ganz nach den Ansprüchen der heutigen Gesellschaft. Der Lehrstuhl für Technische Mikrobiologie der TUM (Prof. Rudi F. Vogel) am Wissenschaftszentrum Weihenstephan hat bestimmte Laktobazillen untersucht, die für die Eigenschaften von Brot und Backwaren eine Rolle spielen.**

Heute fragen Konsumenten nicht nur nach dem Nährwert von Lebensmitteln, sondern auch nach der sensorischen Qualität und dem Beitrag zur gesundheitsbewussten Ernährung. Joghurt, Semmeln und Fruchtsaft sollen einen möglichst hohen Genusswert haben und sich möglichst auch noch positiv auf die Gesundheit auswirken. »Wellness« ist das Schlagwort für diesen Beitrag zu körperlichem und seelischem Wohlbefinden. Die Kenntnis der wissenschaftlichen Grundlagen unserer traditionellen Lebensmittelfermentationen erlaubt die Herstellung von Lebensmitteln, die diesen Ansprüchen der heutigen Gesellschaft entgegenkommen. Die Milchindustrie beispielsweise nutzt das genetische und physiologische Potential von Milchsäurebakterien, um solche trendigen Produkte herzustellen. Die TUM-Wissenschaftler befassen sich mit Laktobazillen aus Sauerteigen. In mehreren Projekten untersuchen sie Taxonomie, Physiologie und Genetik dieser Mikroorganismen. Auf der 2. Wissenschaftstagung »Lebensmittel und Gesundheit«, durchgeführt im Februar 2003 vom TUM-Wissenschaftszentrum Weihenstephan und organisiert von Prof. Ulrich Kulozik, gaben sie Einblicke in diese Studien.

Seit mehreren tausend Jahren ist Brot ein Teil der Menschheitsgeschichte und eine der wichtigsten Grundlagen der menschlichen Ernährung. Archäologische Funde und schrift-

liche Überlieferungen der Antike belegen, welchen hohen Stand die Backtechnik seit der Jungsteinzeit hatte. Brot und Backwaren wurden damals über Sauerteigführungen hergestellt, die bis in die Gegenwart Bedeutung haben. Die Mikroflora traditionell geführter Sauerteige besteht aus Laktobazillen und Hefen, die durch Überimpfen auf die nächste Charge - das »Anfrischen« - ständig in einem stoffwechselaktiven Zustand gehalten werden. Trotz des hohen Kontaminationsdrucks bei der unsterilen Sauerteigführung in der Bäckerei ist diese Mikroflora in der Regel erstaunlich stabil. In Einzelfällen fand man, dass sich die Flora



**Laktobazillen, hier *L. sanfranciscensis* (Vergrößerung 1:1000), sind neue Beispiele dafür, dass Organismen aus traditionellen Lebensmittelfermentationen, die auf jahrhundertaltem empirischem Wissen beruhen, ein erhebliches Potential für die Produktion moderner Lebensmittel haben.**

über Jahrzehnte hinweg - entsprechend mehreren 10 000 Generationen mikrobiellen Wachstums - stabil aus wenigen Stämmen zusammensetzte. Als typische Vertreter der Sauerteig-Mikroflora wurden neben weiteren Laktobazillen