**Xyloglucan Fragments Mimicked Auxin in
Promoting the Elongation of Pea Stem Segments**

G.J. McDougall and S.C. Fry
Plant Physiol. (1990) 93, 1042-1048

Xyloglucans universally occur in the growing walls of higher plants, dicotyledons and monocotyledons. The polysaccharides contain (1-4)- β -D-glucan backbone with (1-6)-linked α -D-xylosyl residues along the backbone. There is considerable variation in the levels of xylosyl residues and distribution of additional branching galactosyl and fucosyl-galactosyl residues, depending on the species of plant kingdom.

Auxin first mediates the permeability of plasma membranes and activates an H^+ pump in the membranes. The H^+ formed acidifies the inner surface of the cell walls, thus possibly activating endo-1,4- β -glucanase activity and causing xyloglucan degradation and wall extension. Auxin also has long term effects for inducing the gene expression of the glucanase and β -glucan syntheses required for polysaccharide deposition. Therefore, auxin-induced growth is always associated with the degradation of xyloglucan. The degradation begins within 15 min following auxin treatment, and the effects of this are not only augmented with increased indole-3-acetic acid concentration, but also correspond to the elongation rate. Thus, xyloglucan is degraded at an early stage of auxin growth without a lag time. Auxin-induced growth has also been shown to accompany xyloglucan degradation in Pea, Vigna, Pinus and even monocotyledons, Avena and Oryza.

Farkas and MacLachlan [Carbohydrate Research (1988) 184, 213-219] reported that xyloglucan oligosaccharides at $5 \times 10^{-6} \sim 2 \times 10^{-4}$ M stimulated pea endo-1,4- β -glucanase activity. Nonasaccharide (glucose/xylose/fucose/galactose, 4:3:1:1), heptasac-

charide (glucose/xylose, 4:3) and pentasaccharide (glucose/xylose/fucose/galactose, 2:1:1:1) were used for the experiment, and longer chain lengths were the most effective. Cellooligosaccharides at similar concentrations were inhibitory, e.g., activity at different concentrations of cellopentaose yielded Dixon plots with identical apparent K_i values (1.5 mM) for pea endo-1,4- β -glucanase. The stimulatory effect was substrate- and enzyme-specific, being observed only when xyloglucan was used as the substrate and pea endo-1,4- β -glucanase as the enzyme; e.g., it was not detected when carboxymethylcellulose was used as the substrate or fungal endo-1,4- β -glucanase (Trichoderma viride cellulase) was used with xyloglucan for the substrate. Xyloglucan fragments thus appear to act as feedback activators for plant endo-1,4- β -glucanase.

McDougall and Fry reported in the present publication that xyloglucan oligosaccharides themselves promote the elongation of pea stem segments. Two nonasaccharides (glucose/xylose/fucose/galactose, 4:3:1:1 and glucose/xylose/galactose, 4:3:2), octasaccharide (glucose/xylose/galactose, 4:3:1) and heptasaccharide (glucose/xylose, 4:3) were all effective for the promotion. The promotion seems due to the activation of wall-bound endo-1,4- β -glucanase activity with oligosaccharides and they may thus serve as feedback activators of elongation growth. The concentration of the oligosaccharide ($10^{-7} \sim 10^{-5}$ M) used is similar to that of auxin effective in the elongation of the segments. At higher concentrations the promotion was less, although the activation of endo-1,4- β -glucanase in vitro was observed at

higher concentrations (more than 5×10^{-6} M). Thus apparently, xyloglucan oligosaccharides function as an auxin since high concentrations of auxin inhibit cell elongation. Auxin action on cell enlargement by xyloglucan degradation is also regulated by xyloglucan fragments, showing that new

regulatory molecules should be involved in plant cell growth.

Reported by
Takahisa HAYASHI
Ajinomoto Co. Ltd., Central Research
Laboratories, Kawasaki

キシログルカンのフラグメントは、エンドウ胚軸の伸長を
促進するようなオーキシン作用を示す

キシログルカンは、双子葉および単子葉植物の生長している細胞壁に存在する多糖である。この多糖は、セルロースと同じ B-1, 4-グルカン骨格に α (1 $\rightarrow$ 6) でキシロース残基が結合した枝の多い化学構造を有し、オーキシンによりターンオーバーすることが知られている。

ところで、オーキシンは、まず細胞膜の透過性を高め、プロトンポンプを活性化させる。生じたプロトンは、細胞膜の内側を酸性化して、エンド-1, 4-B-グルカナーゼを活性化し、キシログルカンの分解そして壁の拡張を生じさせる。オーキシンは、さらにグルカナーゼや B-グルカン合成酵素の遺伝子の発現を誘導する。このようにオーキシンによる植物細胞の生長は、常にキシログルカンの分解を伴って生じている。この分解反応は非常に速く、lag time なしに起こる。

Farkas と MacIachlan [Carbohydrate Research (1988) 184, 213-219] は、先にキシログルカンのフラグメントであるオリゴ糖が、キシログルカンを分解する、植物由来のエンド-1, 4-B-グルカナーゼを活性化することを報告した。9 糖 (グルコース/キシロース/フコース/ガラクトース、4 : 3 : 1 : 1)、7 糖 (グルコース/キシロース、4 : 3) および 5 糖 (グルコース/キシロース/フコース/ガラクトース、2 : 1 : 1 : 1) が実験に用いられ、 $5 \times 10^{-6} \sim 2 \times 10^{-4}$ M の濃度で、分子量の高いものほど効果が大きいことが認められた。セロオリゴ糖は、阻害的に働いた。例えば、基質にカルボキシメチルセルロースを用いた場合、酵素として植物由来でないエンドグルカナーゼを用いた場合、ともにキシログルカンオリゴ糖による活性化は認められなかった。このことから、この活性化は基質および酵

素に特異的な反応であると結論された。

McDougall と Fry [Plant Physiology (1990) 93, 1042-1048] は、最近、キシログルカンのフラグメントであるオリゴ糖がそれ自身、エンドウ胚軸切片的伸長を促進することを報告した。2 種の 9 糖 (グルコース/キシロース/フコース/ガラクトース、4 : 3 : 1 : 1 およびグルコース/キシロース/ガラクトース、4 : 3 : 2)、8 糖 (グルコース/キシロース/ガラクトース、4 : 3 : 1) および 7 糖 (グルコース/キシロース、4 : 3) のすべてが伸長を促進した。この効果は、明らかに細胞壁に結合したエンド-1, 4-B-グルカナーゼを活性化することに基づいており、 $10^{-7} \sim 10^{-5}$ M の濃度で有効であった。この濃度はエンドウ胚軸切片的伸長を促進するオーキシンの濃度に近い。さらに高濃度になると、*in vitro* ではエンド-1, 4-B-グルカナーゼに対する活性化はさらに大きくなるが、*in vivo* ではエンドウ胚軸切片的伸長促進作用は認められなくなる。高濃度のオーキシンが細胞伸長を阻害するように、キシログルカンのフラグメントであるオリゴ糖は、ある濃度範囲の内で細胞伸長を促して、あたかもオーキシンのように働く。すなわち、キシログルカンの分解に伴う細胞の伸長・肥大は、キシログルカンのフラグメントであるオリゴ糖によって、さらに促進されるのである。このことは、オーキシンによる植物細胞の生長が、フィードバック・アクチベーターともいえる新しい化学メッセンジャーによってさらに制御されていることを示唆している。

林 隆久
味の素(株)中央研究所 基礎研