

8. Zusammenfassung

Thioredoxine sind eine ubiquitär in allen daraufhin untersuchten Organismen vorkommende Gruppe von hitzestabilen Proteinen. Sie sind gekennzeichnet durch ihre nur geringe Größe von etwas mehr als 100 Aminosäuren, einem Molekulargewicht um 12000 und einem hochkonservierten aktiven Zentrum der Sequenz *-Cys-Gly-Pro-Cys-*. Erstmals im Jahre 1964 in *Escherichia coli* unter diesem Namen isoliert, nehmen Thioredoxine durch die reversible Reduktion und Oxidation des aktiven Zentrums an einer Vielzahl von thiolabhängigen zellulären Redoxreaktionen teil.

Thioredoxine werden enzymatisch entweder durch das Ferredoxin-Thioredoxin-System (FTS) oder das NADP-Thioredoxin-System (NTS) reduziert. In höheren Pflanzen und Grünalgen existieren beide Systeme nebeneinander, Cyanobakterien enthalten nur das FTS, während in nicht-photosynthetisch-aktiven Bakterien, photosynthetisch anaeroben Bakterien sowie dem Gewebe von Tieren und dem Menschen nur das NTS vorkommt.

Das FTS, bestehend aus dem photoreduziertem Ferredoxin, dem Enzym Ferredoxin-Thioredoxin-Reduktase und den zwei Thioredoxinen f und m, ist involviert in die Lichtgesteuerte Enzymregulation in allen Sauerstoff-produzierenden photosynthetisch-aktiven Organismen. Als Proteindisulfid-Reduktase sind Thioredoxine in der Lage, insbesondere wichtige Enzyme der Kohlendioxidassimilation reaktiv zu aktivieren.

Außerhalb der Chloroplasten ist das ubiquitär in jedem Organismus vorhandene NADP-Thioredoxin-System (NTS) aktiv, bestehend aus dem Nicotinamid-adenin-dinucleotid-phosphat (NADP), dem Enzym NADP-Thioredoxin-Reduktase und Thioredoxin. Thioredoxin ist hier als Co-Substrat an der Ribonucleotidreduktion, der assimilatorischen Sulfatreduktion und der Sulfoxid-Reduktion beteiligt.

Neben den vielfältigen chloroplastidären Aktivitäten der Thioredoxine wird in jüngster Zeit der Reduktion pflanzlicher Samenproteine durch Thioredoxine größere Beachtung geschenkt. So sind möglicherweise Thioredoxine an der Mobilisierung der Speicherproteine während der Samenkeimung beteiligt.

In Reduktionsversuchen zeigten sich Thioredoxine in der Lage, in Wasser lösliche Samenproteine von niedrigem Molekulargewicht (Thionine, α -Amylase-Inhibitoren und Trypsininhibitoren), aber auch die Speicherproteine des Weizenkleberkomplexes, wie die Gliadine und Glutenine, zum Teil spezifisch zu reduzieren. Eine Reduktion der Trypsininhibitoren durch Thioredoxine führte zu einem Verlust der Inhibitorenaktivität und steigerte gleichzeitig Hitze- und Proteasenempfindlichkeit des Inhibitorenproteins. Der Zusatz von Thioredoxinen zu Weizenmehlen verbesserte deren Teigeigenschaften, da im Kleberprotein vermutlich spezifische Disulfidbindungen geöffnet werden, gleichzeitig sich aber auch neue Bindungen ausbilden.

9. Summary

Thioredoxins of plants and her functions,
presented by Erich Herlyn.

Thioredoxins are an ubiquitous group of heat-stable proteins appears to be truly in all living organisms. They are small proteins about 100 amino acid residues, a molecular weight of approximately 12000 and containing a highly conserved active site in the sequence -Cys-Gly-Pro-Cys-. First the original purification from *Escherichia coli* in 1964 thioredoxin participates in many thiol-dependent cellular-redox reactions through the reversible reduction and oxidation of its active center.

Thioredoxins are reduced enzymatically either by the ferredoxin-thioredoxin-system (FTS) or by NADP-thioredoxin-system (NTS). In higher plants and green algae, the two systems have been shown to coexist, whereas in cyanobacterial only the FTS, and in non-photosynthetic bacteria, photosynthetic-anaerobic bacteria, animals and human only the NTS exist.

The FTS, composed of photoreduced ferredoxin, the enzyme ferredoxin-thioredoxin reductase and thioredoxin f and m, is involved in light-triggered enzyme regulation in all oxygenic photosynthetic organisms. Thioredoxins as a protein disulfide reductase reductiv activate particular important enzymes of the carbon dioxide assimilation.

Outside the chloroplasts, the NTS, ubiquitous in all organisms, is active, comprising nicotinamid-adenin-dinucleotid-phosphat (NADP), the enzyme NADP-thioredoxin reductase and thioredoxin. Thioredoxin act as co-substrate in the reduction of ribonucleotides, the assimilatory reduction of sulfate and the reduction of sulfoxide.

Beside the manifold chloroplastic activities in chloroplasts current evidence suggests that thioredoxins are involved in reduction of seed storage proteins in plants. Thioredoxins are possibly involved in mobilization of storage proteins during germination.

Results of reduction experiments suggest that thioredoxin reduces low-molecular-weight soluble proteins of seeds (thionins, α -amylase inhibitors and trypsin inhibitors), and also members of the major storage proteins of wheat gluten - gliadins and glutenins, some of them were specific to thioredoxin. Reduction of trypsin inhibitors by thioredoxin leads to inactivation and to an increase in their heat and protease susceptibility. The addition of thioredoxin by wheat flour enhances network formation, perhaps thioredoxin reduces only specific protein disulfides and simultaneous new intermolecular disulfide linkages are formed.