

Glycomics is Writing the Next Chapter in Bioinnovation

La glycomique ouvre le prochain chapitre de la bioinnovation

by Warren Wakarchuk, Scientific Director, GlycoNet
par Warren Wakarchuk, directeur scientifique, GlycoNet

BEYOND THE COVID-19 PANDEMIC, NATIONS CONTINUE TO GRAPPLE WITH GLOBAL CRISES IN ANTIMICROBIAL RESISTANCE, FOOD SECURITY, AND CLIMATE CHANGE. As we look to science for innovative solutions, one area quickly gaining momentum is glycomics—the study of the roles of carbohydrates (or glycans) in humans, animals, plants, bacteria, and viruses. For example, the COVID-19 virus uses glycans on its spike protein to elude the immune system, while the spike protein binds to glycans on our cells. How we fight infection, how our bodies heal, and how crops resist drought and pests are just a few examples of the critical roles of glycans in biology.

The applications of glycomics extend to many of Canada's strategic industrial sectors, including human and animal health, agriculture, and resource management. However, until recently, the limited availability of analytical platforms to elucidate the sophisticated structures of glycans impeded glycomics research and hampered technology adoption in these industries. Thanks to technological advances, glycomics has taken significant leaps forward and is expected to generate explosive growth, like that of genomics, over the next decade in the biotechnology and pharma sectors.

Glycan structures and functions vary enormously; this is why they hold so much potential. For example, a subtle change in glycans influences blood type and organ donor compatibility—small differences that greatly impact the ability to save lives. Understanding glycan changes and interactions gives us new tools to broaden

AU-DELÀ DE LA PANDÉMIE DE COVID-19, LES NATIONS CONTINUENT DE SE DÉBATTRE AVEC LES CRISES MONDIALES DE LA RÉSISTANCE AUX ANTIMICROBIENS, DE LA SÉCURITÉ ALIMENTAIRE ET DU CHANGEMENT CLIMATIQUE. Alors que nous nous tournons vers la science pour trouver des solutions innovantes, un domaine qui prend rapidement de l'ampleur est la glycomique, c'est-à-dire l'étude du rôle des glucides (ou glycanes) chez les humains, les animaux, les plantes, les bactéries et les virus. Par exemple, le virus COVID-19 utilise les glycanes de sa protéine spike pour échapper au système immunitaire, tandis que la protéine spike se lie aux glycanes de nos cellules. La façon dont nous combattons les infections, dont notre corps guérit et dont les cultures résistent à la sécheresse et aux parasites ne sont que quelques exemples du rôle essentiel des glycanes en biologie.

Les applications de la glycomique s'étendent à de nombreux secteurs industriels stratégiques du Canada, notamment la santé humaine et animale, l'agriculture et la gestion des ressources naturelles. Cependant, jusqu'à récemment, la disponibilité limitée des plateformes analytiques permettant d'élucider les structures sophistiquées des glycanes a entravé la recherche en glycomique et a freiné l'adoption de cette technologie dans ces industries. Grâce aux progrès technologiques, la glycomique a fait d'importants bonds en avant et devrait connaître une croissance explosive, comme celle de la génomique, au cours de la prochaine décennie, notamment dans les secteurs de la biotechnologie et de l'industrie pharmaceutique.

Les structures et les fonctions des glycanes varient énormément; c'est pourquoi elles recèlent un tel



Warren Wakarchuk, Scientific Director, GlycoNet
directeur scientifique, GlycoNet



our knowledge of biology and accelerate development of innovative solutions to pressing health and environmental challenges.

GLYCOMICS TO IMPROVE HEALTH

Glycomics is spurring the development of new drug alternatives and delivery strategies to address global issues in health. Five of the top ten global protein therapeutics are glycan-linked proteins with total sales of US \$58 billion in 2020.¹

Understanding the biological roles of glycans has yielded key drug components for use in a variety of health applications, such as anti-cancer antibodies, therapeutics for conditions such as arthritis and Crohn's disease, and vaccines against illnesses such as meningitis and pneumonia.

Where current drug discovery approaches have failed to find long-term solutions to diseases such as Alzheimer's and Parkinson's, glycomics offers new knowledge and methods to develop state-of-the-art glycan-based diagnostics and therapeutic strategies.

GLYCOMICS TO DRIVE SUSTAINABLE FOOD AND ENERGY

Beyond health, glycomics is poised to develop solutions to global challenges in food security and climate change.

Plants are an abundant source of many different types of glycans that can be used for food and the production of sustainable biomaterials and renewable fuels. For example, plant glycans are used to make food ingredients such as the low-calorie sweetener xylitol (derived from xylose). Biofuel companies are transforming plant glycans (cellulose) into feedstocks for high-value sustainable biofuels.

potentiel. Par exemple, une modification subtile des glycanes influence le groupe sanguin et la compatibilité avec les donneurs d'organes — de petites différences qui ont un impact considérable sur la capacité à sauver des vies. Comprendre les changements et les interactions des glycanes nous donne de nouveaux outils pour élargir notre connaissance de la biologie et accélérer le développement de solutions innovantes aux défis urgents en matière de santé et d'environnement.

LA GLYCOMIQUE AU SERVICE DE LA SANTÉ

La glycomique stimule le développement de nouvelles alternatives médicamenteuses et de nouvelles stratégies d'administration pour répondre aux problèmes de santé mondiaux. Cinq des dix principales protéines thérapeutiques mondiales sont des protéines liées aux glycanes, avec des ventes totales de 58 milliards de dollars américains en 2020.¹

La compréhension du rôle biologique des glycanes a permis de mettre au point des composants médicamenteux clés pour diverses applications dans le domaine de la santé, comme les anticorps anticancéreux, les traitements pour des maladies telles que l'arthrite et la maladie de Crohn, et les vaccins contre des maladies telles que la méningite et la pneumonie.

Là où les approches actuelles de découverte de médicaments ont échoué à trouver des solutions à long terme pour des maladies telles que les maladies d'Alzheimer et de Parkinson, la glycomique offre de nouvelles connaissances et méthodes pour développer des diagnostics et des stratégies thérapeutiques de pointe basés sur les glycanes.

LA GLYCOMIQUE AU SERVICE DE L'ALIMENTATION ET DE L'ÉNERGIE DURABLES

Au-delà de la santé, la glycomique est en bonne voie pour développer des solutions aux défis mondiaux de la sécurité alimentaire et du changement climatique.

Les plantes sont une source abondante de nombreux types de glycanes différents qui peuvent être utilisés pour l'alimentation et la production de biomatériaux durables et de carburants renouvelables. Par exemple, les glycanes végétaux sont utilisés pour fabriquer des ingrédients alimentaires tels que l'édulcorant hypocalorique xylitol (dérivé du xylose). Les entreprises de biocarburants transforment les glycanes végétaux (cellulose) en matières premières pour la production de biocarburants durables de grande valeur.

L'utilisation de la glycomique pour créer de la valeur à partir des glycanes trouvés dans les algues (abondamment disponibles au Canada) est un autre exemple d'une incroyable opportunité économique pour la glycomique canadienne. Les algues ont une teneur élevée en glycanes, sont riches en micronutriments, poussent rapidement et ne consomment pas de ressources rares comme l'eau et les terres arables. Comprendre comment les glycanes dérivés des algues peuvent être décomposés par les microbes et

1. Sagonowsky, E. The top 20 drugs by worldwide sales in 2020. <https://www.fierce-pharma.com/special-report/top-20-drugs-by-2020-sales> (accessed Dec 15, 2021).

1. Sagonowsky, E. The top 20 drugs by worldwide sales in 2020. <https://www.fierce-pharma.com/special-report/top-20-drugs-by-2020-sales> (consulté le 15 décembre 2021)

Using
glycomics to
create value
from the glycans

found in seaweed (abundantly available in Canada) is another example of an incredible economic opportunity for Canadian glycomics. Seaweed has a high glycan content, is rich in micronutrients, grows rapidly, and doesn't take up scarce resources such as water and arable land. Understanding how seaweed-derived glycans can be broken down by microbes and absorbed as food could make seaweed a sustainable food source for livestock and reduce methane emissions from animals.

CANADIAN GLYCOMICS EXPERTISE

Since 2015, GlycoNet, a federally funded Network of Centres of Excellence led out of Alberta, has mobilized glycomics scientists across the country, positioning Canada at the global forefront of glycomics research. GlycoNet researchers continue to advance glycomics to deliver new made-in-Canada disease therapies, diagnostics, vaccines, biomaterials and methods for biomanufacturing.

Critical to GlycoNet's operations is GlycoNet Integrated Services—a nationally distributed glycomics service organization that leverages \$35 million in federal and provincial infrastructure investments in seven institutions across Canada. By providing Canadian researchers and companies with one-stop access to glycomics tools, specialized expertise, and unique infrastructure, GlycoNet Integrated Services supports both fundamental research and translation of research discoveries into applied and commercial outcomes.

GLYCONET INTEGRATED SERVICES INCLUDE:

- Detailed screening of glycan interactions, using a variety of glycan-binding proteins to identify natural glycans with biological relevance.
- Identification of glycans carried by proteins and lipids in cells and tissues and as isolated molecules.

absorbés comme nourriture pourrait faire des algues une source alimentaire durable pour le bétail et réduire les émissions de méthane des animaux.

EXPERTISE CANADIENNE EN MATIÈRE DE GLYCOMIQUE

Depuis 2015, GlycoNet, un réseau de centres d'excellence financé par le gouvernement fédéral et dirigé par l'Alberta, a mobilisé des scientifiques en glycomique dans tout le pays, plaçant le Canada à l'avant-garde mondiale de la recherche en glycomique. Les chercheurs de GlycoNet continuent de faire progresser la glycomique pour offrir de nouvelles thérapies contre les maladies, de nouveaux diagnostics, de nouveaux vaccins, de nouveaux biomatériaux et de nouvelles méthodes de biofabrication, tous et toutes conçus au Canada.

Les Services intégrés de GlycoNet sont essentiels aux opérations de GlycoNet. Il s'agit d'une organisation de services de glycomique distribués à l'échelle nationale qui mobilise des investissements fédéraux et provinciaux de 35 millions de dollars dans sept institutions au Canada. En fournissant aux chercheurs et aux entreprises du Canada un accès unique aux outils de la glycomique, une expertise spécialisée et une infrastructure unique, les services intégrés de GlycoNet soutiennent à la fois la recherche fondamentale et la transformation des découvertes de la recherche en résultats appliqués et commerciaux.

LES SERVICES INTÉGRÉS DE GLYCONET COMPRENENT :

- Criblage détaillé des interactions entre les glycannes, à l'aide d'une variété de protéines de liaison aux glycannes, afin d'identifier les glycannes naturels présentant un intérêt biologique.
- Identification des glycannes portés par les protéines et les lipides dans les cellules et les tissus et sous forme de molécules isolées.
- Synthèse de glycannes par synthèse conventionnelle ou assistée par enzyme, plus assemblage automatisé de glycannes avec le système Glyconeer (1 des 5 au monde).
- Découverte de ligands à l'aide de bibliothèques d'affichage de phages, donnant accès à une technologie

- Synthesis of glycans by conventional or enzyme-assisted synthesis, plus automated glycan assembly with the Glyconeer system (1 of 5 in the world).
- Ligand discovery using phage display libraries, giving access to a genetically encoded glycan ligand discovery technology—liquid glycan array (LiGA).
- Screening of large ligand libraries or high throughput screening to identify compounds that block or enhance functions of proteins and enzymes of interest: microbial cell targets, screening of human and animal cell cultures, and screening of model organisms and organoids (miniature organs grown in vitro).
- Biophysical characterization of glycan–protein interactions for binding affinity, stoichiometry, and other physicochemical parameters.
- Molecular glycobiology using cell engineering to identify glycan ligands and their binding partners, for developing new assays to determine biological outcomes of glycan binding.
- Microbial glycan analysis of extracellular glycans on human, animal, and plant pathogens.
- Recombinant glycoengineering of biologicals, including in vitro remodelling of glycans from a library of recombinant enzymes to prepare glycoconjugates for biological testing.

GlycoNet and its Integrated Services provide glycomics expertise, specialized services, consulting, and opportunities for research collaborations to academia and industry, both nationally and internationally.

The mission of GlycoNet and its Integrated Services is to empower Canadian glycomics research as the engine to accelerate discovery, development, and commercialization of tomorrow's glycomics-based solutions, leading to a healthier, more sustainable future.

We welcome any service and research collaboration requests, and are happy to discuss how glycomics can advance your research and development agenda. Contact us at info@glyconet.ca for more information about GlycoNet Integrated Services and opportunities to partner. To learn more about how glycomics research is improving the lives of Canadians, visit glyconet.ca 

- de découverte de ligands de glycannes codés génétiquement — le réseau de glycannes liquides (LiGA).
- Criblage de vastes bibliothèques de ligands ou criblage à haut débit pour identifier les composés qui bloquent ou améliorent les fonctions des protéines et des enzymes d'intérêt : cibles cellulaires microbiennes, criblage de cultures cellulaires humaines et animales, et criblage d'organismes modèles et d'organoïdes (organes miniatures cultivés in vitro).
- Caractérisation biophysique des interactions glycannes-protéines en fonction de l'affinité de liaison, de la stœchiométrie et d'autres paramètres physicochimiques.
- Glycobiologie moléculaire utilisant l'ingénierie cellulaire pour identifier les ligands des glycannes et leurs partenaires de liaison, afin de développer de nouveaux tests pour déterminer les résultats biologiques de la liaison des glycannes.
- Analyse microbienne des glycannes extracellulaires sur les agents pathogènes humains, animaux et végétaux.
- Glyco-ingénierie recombinante de produits biologiques, y compris le remodelage in vitro de glycannes à partir d'une bibliothèque d'enzymes recombinantes afin de préparer des glycoconjugués pour des tests biologiques.

GlycoNet et ses services intégrés fournissent aux milieux universitaires et industriels une expertise en matière de glycomique, des services spécialisés, des consultations et des opportunités de collaboration en matière de recherche, tant au niveau national qu'international.

La mission de GlycoNet et de ses services intégrés est d'habilitier la recherche canadienne en glycomique en tant que force motrice pour accélérer la découverte, le développement et la commercialisation des solutions glycomiques de demain, menant à un avenir plus sain et plus durable.

Nous accueillons toutes les demandes de services et de collaboration en matière de recherche, et nous sommes heureux de discuter de la manière dont la glycomique peut faire progresser votre programme de recherche et de développement. Communiquez avec nous à l'adresse info@glyconet.ca pour obtenir de plus amples renseignements sur les services intégrés de GlycoNet et les possibilités de partenariat. Pour en savoir plus sur la façon dont la recherche glycomique améliore la vie des Canadiens, visitez glyconet.ca 