

## ЗАЛЕЖНІСТЬ ВМІСТУ БЕТА-ГЛЮКАНУ В СУСЛІ ПИВОВАРНОГО ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ВІД ВПЛИВУ ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ МІКРОДОБРИВАМИ

КЛИМИШЕНА Р.І. – кандидат сільськогосподарських наук  
[orcid.org/0000-0002-4643-7895](https://orcid.org/0000-0002-4643-7895)  
Подільський державний аграрно-технічний університет

**Постановка проблеми.** Бета-глюкан є основним складником геміцелюлози, що зміцнює клітини борошністого тіла ячменю. На цей полісахарид у пивоварній галузі розпочали звертати особливу увагу в останні двадцять років. Спочатку як на фактор, що спричиняє незручності в технології виробництва напоїв із солоду ячменю, а згодом з'ясувалось, що він може по-різному впливати на технологію та якість пива. Завдяки цьому доцільним є широкомасштабне проведення аналітичних досліджень із вивчення важливих факторів, які впливають на його вміст у ячмені, солоді, суслі [1; 2].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Геміцелюлоза є головною складовою частиною стінок клітин ендосперму. До складу цього полісахариду входить бета-глюкан (80–90%) та пентозан (10–20%). Уміст у зерні ячменю цих речовин залежить від стиглості ячменю і від кліматичних умов росту та розвитку рослин [3; 4].

Загалом, є два види геміцелюлози: квіткова (виявлено у квітковій оболонці), що містить невелику кількість  $\beta$ -глюкану і багато пентозанів, та ендоспермальна, яка не містить уронових кислот [3].

Геміцелюлоза пов'язана з білками через ефірні зв'язки між карбоксильними групами кінцевих амінокислот та карбоксильними групами вуглеводів, через що вони не розчиняються у воді. Під дією ферментів геміцелюлоза може переходити у розчинну форму. Молекулярна маса бета-глюкану становить близько 2 000 000. Водорозчинний бета-глюкан складається із залишків глюкози, які поєднані між собою зв'язками  $\beta$ -1,4 (70%) і  $\beta$ -1,3 (30%). Пентозани клітинної стінки ендосперму містять ферулову кислоту [3].

Чому на бета-глюкан звертається увага? Під дією різних факторів бета-глюкан у технології пивоваріння схильний до гелеутворення, що може спричинити низку складних проблем, тому на бета-глюкан необхідно звертати особливу увагу.

Бета-глюкан у суслі встановлюють за допомогою методу флуоресцентного комплексу «бета-глюкан – калькофлуор» [3]. Молекулярна маса бета-глюкану встановлюється за допомогою гелефільтрації в поліакриломідному агаровому гелі. При цьому бета-глюкан визначається комбінованим ферментативним методом. Завдяки своїй високій в'язкості гумі-речовини вони мають властивість піноутворення і впливають на повноту і гармонійність пива. Гумі-речовини розчинні у воді до 2% від маси зерна. Вони подібні до геміцелюлози ендосперму, але розміщуються по-іншому [4].

Актуальна стаття про цей вуглевод та інші важливі складові речовини ячменю опублікована у 2000 році в журналі «Kvasný průmysl» під назвою «Здоров'ю корисні речовини в ячмені і пиві», авторами якої є європейські вчені Й. Прима, П. Гавлова, Й. Шуста, Р. Мікулікова, Я. Еренбергерова, Р. Немеїц [5]. У статті йдеться про вільні радикали, які в людському організмі спричиняють важкі наслідки. У разі нестачі антиоксидантів у вільних радикалів устанавлюється значний ступінь можливості пошкодження ДНК. Пошкодження ДНК може бути причиною деяких захворювань на рак. Так, вільні радикали характеризуються специфікою ракоутворення. Далі зазначається, що вітамін Е у формі ізомерів  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ -токоферол, tokotrienol, який міститься в зерні ячменю, солоді та пиві, зумовлює антиоксидантну дію. Бета-глюкан тут же характеризується як такий, що діє так, як губка, і здатний понижувати холестерин у крові людини, протистояти розвитку пухлин, покращувати роботу шлунково-кишкового тракту й організму в цілому. Звертається особлива увага на те, що активність антиоксидантів зростає під час солодування ячменю, коли необхідні речовини стають такими, які здатні перейти в екстракт. Підкреслюється, що в результаті солодування ячменю створюється потужний потенціал токоферолового і токотрієнолового бета-глюканного комплексу за умов наявності останнього зі специфічною посиленою функцією антиоксидантного спрямування [6; 7; 8].

Отже, бета-глюкан може спричинити проблеми у пивоварінні, водночас він є корисним для людського організму. Відповідно, виникає завдання оптимізації параметрів бета-глюкану або його вмісту в зерні ячменю, солоді, суслі. Однозначного рішення для розв'язання цієї проблеми немає. Так, вирішення має такий ланцюжок логічної послідовності: селекціонер (комбінація наслідувальної структури ДНК), умови вирощування (фактори вегетації сприятливі до формування якості пивоварного ячменю), технологія вирощування (управління якістю за використання агротехнічних заходів), технологія солодо-рощення (температурний режим, режим вологості, тривалість росту тощо), затирання (під час затирання помел солоду перемішується з водою), під час затирання нерозчинні речовини помелу переходять у розчинні (управління процесом ферментації).

Виходячи з розв'язання проблем, чеські спеціалісти вважають, що оптимальним параметром вмісту бета-глюкану в суслі є його кількість у межах 100 мг/л. Цей параметр прийнятий спільним рішенням селекціонерів сортів ячменю, технологів вирощування та солодовників Чеської Республіки у

2002 р. [9]. Визначення вмісту бета-глюкану в зерні ячменю бета-глюканази дуже неточні, тому на практиці не використовуються [10]. Селекціонери підкреслюють, що сорти пивоварного ячменю значно диференційовані за вмістом бета-глюкану [11; 12; 13]. Відповідно, на технологічні прийоми покладається завдання щодо розв'язання цієї проблеми.

**Мета досліджень** – установити залежність пивоварної якості зерна ячменю ярого за вмістом бета-глюкану в суслі від впливу позакореневого підживлення рослин під час вегетації мікродобривами «Вуксал» на різних фонах мінерального вдобрення.

**Матеріали та методика досліджень.** Дослідження виконані впродовж 2015–2017 рр. в Подільському державному аграрно-технічному університеті.

Розміщення ділянок унесення мінеральних добрив є систематизованим ярусним, варіант застосування позакореневого підживлення рослин мікродобривами є рендомізованим. Кількість повторень становить чотири рази.

Варіанти технологічної схеми застосування позакореневого підживлення рослин мікродобривами: 1) А0 – контроль, без підживлення рослин; 2) А1 – одноразове позакореневе підживлення рослин мікродобривом «Вуксал Р Мах» під час фази кущення; 3) А2 – одноразове позакореневе підживлення рослин мікродобривом «Вуксал Grain» під час фази виходу в трубку; 4) А3 – одноразове позакореневе підживлення рослин мікродобривом «Вуксал Grain» на початку фази цвітіння; 5) А4 – дворазове позакореневе підживлення рослин мікродобривами «Вуксал Р Мах» (під час фази кущення) та «Вуксал Grain» (під час фази виходу в трубку); 6) А5 – дворазове позакореневе підживлення рослин мікродобривами «Вуксал Р Мах» (під час фази кущення) та «Вуксал Grain» (на початку фази цвітіння); 7) А6 – дворазове позакореневе підживлення рослин мікродобривами «Вуксал Grain» (під час фази виходу в трубку) та «Вуксал Grain» (на початку фази цвітіння); 8) А7 – триразове позакореневе під-

живлення рослин мікродобривами «Вуксал Р Мах» (під час фази кущення), «Вуксал Grain» (під час фази виходу в трубку) та «Вуксал Grain» (на початку фази цвітіння).

Мікродобрива «Вуксал Р Мах» та «Вуксал Grain» – це комплексні листові добрива-суспензії німецької компанії «Уніфер», які використовують для позакореневого підживлення рослин. «Вуксал Р Мах» характеризується високим вмістом фосфору (450 г/л) та азоту (150 г/л), а також мікроелементами, як-от цинк (15 г/л), сірка (5,25 г/л), залізо (1,45 г/л), мідь (0,73 г/л), марганець (0,73 г/л), бор (0,29 г/л), молібден (0,014 г/л). «Вуксал Grain» містить макроелементи калію (144 г/л) та азоту (72 г/л) і мікроелементи, як-от сірка (85 г/л), марганець (28,8 г/л), цинк (21,6 г/л), мідь (14,4 г/л), бор (1,4 г/л), молібден (0,29 г/л).

Забезпечення мінерального живлення рослин на фонах удобрення:  $N_{30}P_{45}K_{45}$  – норма разового використання мікродобрив «Вуксал» 1,5 л/га,  $N_{60}P_{90}K_{90}$  – норма разового використання мікродобрив «Вуксал» 2,0 л/га.

Для проведення досліджень використано сорт ячменю ярого Себастьян.

Біохімічний аналіз проводили з метою визначення якості зерна ячменю, встановлювали вміст  $\beta$ -глюкану в суслі флюорометричним методом із застосуванням проточно-інжекторного аналізу на приладі «Флюорометр модель 121».

Для математичного аналізу отриманих результатів досліджень використовували критерій Стьюдента ( $t_{0,05}$ ) [14].

**Результати досліджень.** Виконані дослідження з оцінки параметрів вмісту бета-глюкану в суслі пивоварного ячменю засвідчують ефективність впливу проведеного технологічного агрозаходу (табл. 1). Встановлено, що вміст бета-глюкану в суслі залежав від застосованого позакореневого підживлення рослин ячменю під час вегетації. Це доведено на підставі отриманих результатів трьох років випробування.

**Таблиця 1 – Залежність параметрів бета-глюкану в суслі ячменю від впливу застосування позакореневого підживлення рослин мікродобривами «Вуксал» у нормі 1,5 л/га на фоні  $N_{30}P_{45}K_{45}$ , мг/л**

Варіант досліджу		Рік			Середнє
		2015	2016	2017	
А0	контроль	142,3±1,45	150,7±1,44	155,0±1,00	149,3
А1	«Вуксал Р Мах» під час кущення	146,3±0,78	150,3±1,78	154,7±0,67	150,4
А2	«Вуксал Grain» під час виходу в трубку	138,0±1,53	144,7±1,76	147,7±1,20	143,5
А3	«Вуксал Grain» на початку цвітіння	121,0±1,33	128,0±1,15	133,6±1,76	127,5
А4	«Вуксал Р Мах» під час кущення + «Вуксал Grain» під час виходу в трубку	130,7±2,02	136,3±1,86	140,7±2,23	135,9
А5	«Вуксал Р Мах» під час кущення + «Вуксал Grain» на початку цвітіння	115,0±1,15	123,7±2,02	128,3±1,45	122,3
А6	«Вуксал Grain» під час виходу в трубку + «Вуксал Grain» на початку цвітіння	109,0±0,58	113,3±0,78	121,0±1,52	114,4
А7	«Вуксал Р Мах» під час кущення + «Вуксал Grain» під час виходу в трубку + «Вуксал Grain» на початку цвітіння	102,7±1,88	107,0±1,50	115,3±1,25	108,3

Під час вирощування ячменю ярого на фоні мінерального живлення  $N_{30}P_{45}K_{45}$  у 2015 р. найбільш ефективною схемою технологічного прийому позакореневого підживлення рослин виявилась схема триразового проведення обприскування розчином мікродобрив за період вегетації: вперше – «Вуксал Р Мах» під час фази кущення (норма мікродобрива 1,5 л/га), вдруге – «Вуксал Grain» під час фази виходу в трубку (норма мікродобрива 1,5 л/га), втретє – «Вуксал Grain» на початку фази цвітіння (норма мікродобрива 1,5 л/га). Отримане значення бета-глюкану становило 102,7 мг/л.

Другим за значущістю впливу на показник бета-глюкану в суслі є варіант А6 – дворазове підживлення рослин мікродобривами «Вуксал Grain» під час фази виходу в трубку (1,5 л/га) та «Вуксал Grain» на початку фази цвітіння (1,5 л/га) – 109,0 мг/л. Розходження даних між цими варіантами становить 6,3 мг/л ( $t_{\Phi}-3,2 > t_{0,05}-2,78$ ), що засвідчує перевагу варіанта А7 – триразове позакоренево підживлення.

Уміст бета-глюкану в суслі на варіанті А5 – дворазове підживлення рослин мікродобривами «Вуксал Р Мах» під час фази кущення (1,5 л/га) та «Вуксал Grain» на початку фази цвітіння (1,5 л/га) був дещо більшим від даних варіанта А6 і становив 115,0 мг/л. Різниця між цими варіантами була істотною і становила 6 мг/л ( $t_{\Phi}-4,7 > t_{0,05}-2,78$ ). Це свідчить про те, що варіант досліду А5 за впливом на зменшення вмісту бета-глюкану поступався варіанту А6.

Усі інші варіанти А0, А1, А2, А3, А4 характеризуються більшими значеннями вмісту бета-глюкану в солоді ячменю.

У 2016 р. отримані результати були подібними до результатів досліджень 2015 р. Найменший уміст бета-глюкану встановлено для варіанта А7 – триразове проведення позакореневого підживлення рослин мікродобривами «Вуксал Р Мах» під час фази кущення (1,5 л/га), «Вуксал Grain» під час фази виходу в трубку (1,5 л/га) та «Вуксал Grain» на початку фази цвітіння (1,5 л/га).

Другим результативним варіантом щодо впливу на зменшення вмісту бета-глюкану був варіант А6 – дворазове підживлення рослин мікродобривами «Вуксал Grain» під час фази виходу в трубку (1,5 л/га) та «Вуксал Grain» на початку фази цвітіння (1,5 л/га), де показник становив 113,3 мг/л сусли. Різниця між даними варіантів А6 та А7 була істотною – 6,3 мг/л ( $t_{\Phi}-3,7 > t_{0,05}-2,78$ ).

Щодо даних, отриманих на варіанті А5 за умов дворазового обприскування рослин мікродобривами «Вуксал Р Мах» під час фази кущення (1,5 л/га) та «Вуксал Grain» на початку фази цвітіння (1,5 л/га), встановлено, що значення показника становило 123,7 мг/л. Різниця між варіантами А5 та А6 (10,4 мг/л) була істотною ( $t_{\Phi}-4,8 > t_{0,05}-2,78$ ).

Аналіз результатів усіх інших варіантів характеризується параметрами значно більших показників. Це засвідчує значно меншу їх результативність порівняно з варіантами А5, А6 та А7 за впливом на вміст цього вуглеводу в ячмінному суслі.

Отримані у 2017 р. результати характеризуються подібними закономірностями до попередніх

років. Проте параметри бета-глюкану, особливо під час порівняння з даними, отриманими у 2015 р., були дещо вищими, що засвідчує очевидний вплив погодних умов року. Найкращий результат у розмірі 115,3 мг/л встановлено для варіанта А7 – триразове підживлення мікродобривами «Вуксал Р Мах» під час фази кущення (1,5 л/га), «Вуксал Grain» під час фази виходу в трубку (1,5 л/га) та «Вуксал Grain» на початку фази цвітіння (1,5 л/га).

Другим за ефективністю впливу на параметр показника виявився варіант досліду А6 – дворазове підживлення мікродобривами «Вуксал Grain» під час фази виходу в трубку (1,5 л/га) та «Вуксал Grain» на початку фази цвітіння (1,5 л/га), за якого дані становили 121,0 мг/л.

Наступним результативним варіантом був варіант А5 – дворазове обприскування рослин мікродобривами «Вуксал Р Мах» під час фази кущення (1,5 л/га) та «Вуксал Grain» на початку фази цвітіння (1,5 л/га), де показник становив 128,3 мг/л.

Під час порівняння отриманих даних цих варіантів установлені істотні розходження. Так, параметр варіанта А7 був істотно меншим за дані варіанта А6, різниця становила 5,7 мг/л ( $t_{\Phi}-2,9 > t_{0,05}-2,78$ ). Відповідно, істотно менше значення вмісту бета-глюкану в суслі було за умови порівняння варіанта А6 із даними варіанта А5. Різниця становила 7,3 мг/л ( $t_{\Phi}-3,5 > t_{0,05}-2,78$ ).

Під час порівняння даних усіх інших варіантів А0, А1, А2, А4 з варіантом А5 отримані результати характеризувалися більшими значеннями. Виняток становить лише варіант А3 – одноразове підживлення рослин мікродобривом «Вуксал Grain» на початку фази цвітіння (1,5 л/га), де отримано значення 133,6 мг/л, за умов порівняння якого розходження даних статистично не є достовірними.

Узагальнюючи результати досліджень на фоні мінерального живлення  $N_{30}P_{45}K_{45}$  в середньому за три роки, кращими варіантами досліду щодо бета-глюкану були варіанти А7 – 108,3 мг/л та А6 – 114,4 мг/л.

Аналіз результатів залежності досліджуваної ознаки від застосування позакореневого підживлення рослин мікродобривами під час вирощування ячменю на фоні мінерального живлення  $N_{60}P_{90}K_{90}$  характеризується подібним впливом, але на значно вищому рівні параметрів показника (табл. 2).

Результати впливу позакореневого підживлення ячменю на вміст бета-глюкану в суслі засвідчують, що найкращим варіантом щодо управління параметрами цього вуглеводу був варіант А7 – триразове обприскування рослин упродовж вегетації за норми витрати щоразу по 2 л/га. У всі роки досліджень за цим варіантом установлені найменші значення даних для бета-глюкану.

Другим впливовим варіантом застосування технології позакореневого підживлення був варіант А6, для якого встановлені істотно більші значення порівняно з даними варіанта А7.

Аналіз даних 2015 р. характеризується низкою цифрових значень відповідно до варіантів досліду (від мінімального значення 136,3 мг/л до макси-

**Таблиця 2 – Залежність параметрів бета-глюкану в суслі ячменю від впливу застосування позакореневого підживлення рослин мікродобривами «Вуксал» у нормі 2,0 л/га на фоні N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>, мг/л**

Варіант досліджу		Рік			Середнє
		2015	2016	2017	
A0	контроль	170,0±2,08	180,7±1,76	187,3±1,45	179,3
A1	«Вуксал Р Мах» під час кушення	169,0±1,53	180,3±2,40	189,3±1,85	179,5
A2	«Вуксал Grain» під час виходу в трубку	167,7±1,76	174,0±0,58	190,0±0,88	177,2
A3	«Вуксал Grain» на початку цвітіння	158,0±2,08	167,0±2,00	172,3±1,20	165,8
A4	«Вуксал Р Мах» під час кушення + «Вуксал Grain» під час виходу в трубку	161,7±1,20	170,3±1,45	179,6±1,44	170,5
A5	«Вуксал Р Мах» під час кушення + «Вуксал Grain» на початку цвітіння	150,7±1,20	159,0±1,00	165,7±1,45	158,5
A6	«Вуксал Grain» під час виходу в трубку + «Вуксал Grain» на початку цвітіння	146,0±1,15	154,3±0,88	158,3±2,02	152,9
A7	«Вуксал Р Мах» під час кушення + «Вуксал Grain» під час виходу в трубку + «Вуксал Grain» на початку цвітіння	136,3±0,67	143,6±1,76	150,0±1,15	143,3

мального 170,0 мг/л). Мінімальні значення характерні для варіанта А7, максимальні і статистично однозначні для варіантів А0, А1, А2. Різницевий попарний аналіз показує істотну різницю між параметрами варіантів А7 та А6, яка становить 9,7 мг/л за  $t_{\phi}-7,3 > t_{0,05}-2,78$ . Також переважальний вплив характерний і для варіанта А6 порівняно з варіантом А5. Так, різниця між цими варіантами становила 4,7 мг/л за умов  $t_{\phi}-2,8 > t_{0,05}-2,78$ . Для решти варіантів за отриманими даними не є доцільним проведення різницевого аналізу.

У 2016 р. параметри щодо вмісту бета-глюкану в суслі для варіанта А7 – триразове застосування мікродобрив «Вуксал Р Мах» під час фази кушення (2,0 л/га), «Вуксал Grain» під час фази виходу в трубку (2,0 л/га) та «Вуксал Grain» на початку фази цвітіння (2,0 л/га) були найменшими і становили 143,6 мг/л.

Другим результативним був варіант А6 – дворазове підживлення рослин мікродобривами «Вуксал Grain» під час фази виходу в трубку (2,0 л/га) та «Вуксал Grain» на початку фази цвітіння (2,0 л/га), де значення показника становило – 154,3 мг/л. Порівняння даних варіантів А6 та А7 за встановленої різниці 10,7 мг/л доводить її істотність  $t_{\phi}-5,4 > t_{0,05}-2,78$ .

Також доведено кращу результативність впливу на вміст бета-глюкану варіанта А6 порівняно з даними варіанта А5. Різниця між даними становила 4,7 мг/л і була істотною ( $t_{\phi}-3,5 > t_{0,05}-2,78$ ), що доводить фактично перевагу цього варіанта над рештою і дає підставу його виокремлювати в розряд кращих результативних варіантів.

Аналіз даних 2017 р. також доводить найкращу результативність варіанта А7 за триразового проведення позакореневого підживлення рослин ячменю мікродобривами «Вуксал Р Мах» під час фази кушення (2,0 л/га), «Вуксал Grain» під час фази виходу в трубку (2,0 л/га) та «Вуксал Grain» на початку фази цвітіння (2,0 л/га). Мінімальний результат 150,0 мг/л є істотно меншим від даних варіанта А6 – 158,3 мг/л. Різниця проведеного

порівняння між цими варіантами становила 8,3 мг/л за  $t_{\phi}-3,6 > t_{0,05}-2,78$ .

Доведено також на основі різницевого аналізу, що дані варіанта А6 – дворазове застосування мікродобрив «Вуксал Grain» під час фази виходу в трубку (2,0 л/га) та «Вуксал Grain» на початку фази цвітіння (2,0 л/га) були істотно меншими за дані варіанта А5 – дворазове обприскування рослин мікродобривами «Вуксал Р Мах» під час фази кушення (2,0 л/га) та «Вуксал Grain» на початку фази цвітіння (2,0 л/га). Різниця 7,4 мг/л істотна ( $t_{\phi}-3,0 > t_{0,05}-2,78$ ).

Решта варіантів А0, А1, А2, А3, А4 істотно поступалися за встановленими для них значеннями порівняно з даними варіантів А5, А6, А7. У середньому за три роки виокремлені варіанти А5, А6, А7 характеризуються даними параметрів вмісту бета-глюкану в суслі 158,5 мг/л, 152,9 та 143,3 мг/л.

**Висновки.** Ефективність позакореневого підживлення рослин ячменю ярого мікродобривами «Вуксал» залежить від технологічної схеми застосування, тобто від кількості прийомів проведеного агрозаходу під час вегетації.

Під час вирощування ячменю на фоні мінерального живлення N<sub>30</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub> кращими виявилися варіанти дворазового застосування мікродобрив «Вуксал Р Мах» 1,5 л/га під час кушення та «Вуксал Grain» 1,5 л/га на початку цвітіння (варіант А5) та «Вуксал Grain» 1,5 л/га під час виходу в трубку та «Вуксал Grain» 1,5 л/га на початку цвітіння (варіант А6), де показники бета-глюкану в суслі становили 122,3 мг/л та 114,4 мг/л відповідно. Варіант триразового позакореневого підживлення рослин мікродобривами «Вуксал Р Мах» 1,5 л/га під час кушення, «Вуксал Grain» 1,5 л/га під час виходу в трубку та «Вуксал Grain» 1,5 л/га на початку цвітіння (варіант А7) забезпечив найменше значення бета-глюкану 108,3 мг/л.

На фоні мінерального живлення N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> також кращими виявилися варіанти дворазового застосування мікродобрив «Вуксал Р Мах» 2,0 л/га під час кушення та «Вуксал Grain» 2,0 л/га на початку

цвітіння (варіант А5) і «Вуксал Grain» 2,0 л/га під час виходу в трубку та «Вуксал Grain» 2,0 л/га на початку цвітіння (варіант А6), де показники бета-глюкану в суслі становили 158,5 мг/л та 152,9 мг/л відповідно. Варіант триразового позакореневого підживлення рослин мікродобривами – «Вуксал Р Мах» 2,0 л/га під час кушення, «Вуксал Grain» 2,0 л/га під час виходу в трубку та «Вуксал Grain» 2,0 л/га на початку цвітіння (варіант А7) забезпечив найменше значення бета-глюкану 143,3 мг/л.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Гораш О.С. Сортовий фактор якості пивоварного ячменю за показником вмісту компоненту вуглеводів β-глюкану. *Збірник наукових праць ПДАТУ*. 2003. Вип. 11. С. 40–44.
2. Гораш О.С., Жеребко Ю.В. Залежність вмісту β-глюкану в суслі від сорту пивоварного ячменю. *Аграрна наука і освіта*. 2008. Т. 9, № 5–6. С. 91–93.
3. Нарцисс Л. Пивоварение. Т.1. Технология солодоращения; перевод с нем. под общ. ред. Г.А. Ермолаевой, Е.Ф. Шаненко. Санкт-Петербург : Профессия, 2007. 584 с.
4. Кунце В., Мит. Г. Технология солода и пива: пер. с нем. Санкт-Петербург : изд-во Профессия, 2001. 912 с.
5. Pryma J., Havlová P., Šusta J., Mikulikova R., Ehrenbergerová J., Němejc R. Healthy Substances in Barley and Beer. *Kvasny prum.* 46. 2000. No. 12. P. 350–353.
6. Psota V., Jurecka D., Horakova V. Barley varieties registered in the Czech Republic in 2005. *Kvasny prum.* 51. 2005. No. 6. P. 190–194.
7. Black C., Panozzo J. Utilizing near infrared spectroscopy for predicting malting quality in whole grain barley and whole grain malt. *Proc. of the 10<sup>th</sup> Australian barley technical symposium*. 2001. 5.4.
8. Prokes J. Comparison of spring barley quality from harvest 2000 and harvest 2004. *Kvasny prum.* 51. 2005. No. 6. P. 195–201.
9. Svacina P., Blazek V. History and present time of breeding of spring barley in Plant Select, Ltd., Hrubcice. *Kvasny prum.* 51. 2005. No. 6. P. 213–214.
10. Krousky J. Sebastian – the newly registered qualitative variety of malting barley. *Kvasny prum.* 51. 2005. No. 6. P. 214–215.
11. Shildbach R. Report for the barley and malt Committee. *Proc. Eur. Brew. Con. 21<sup>st</sup> Cong. Madrid*. 1987. 701 p.
12. Molina Cano J.L., Madsen B., Atherton M.J., Drost B.W., Larsen J., Shildbach J., Simiand J.P., Voglar K. A statistical index for the overall evaluation of malting and brewing quality in barley. *Monatsschr. Brauwiss.* 39. 1986. 328 p.
13. Psota V., Kosar K., Langer I., Parizek P., Dzubak I., Novotny R., Dovicovicova E., Dobes I., Fiala V., Krofta V. Ukazatel sladovnicke jakosti (Malting Quality Index). *Kvasny Prum.* 41. 1995. 393 p.

14. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва : Агропромиздат, 1985. 351 с.

#### REFERENCES:

1. Gorash O.S. (2003) Sortovy faktor yakosti pyvovarnoho yachmeniu za pokaznykom vmistu komponentu vuhlevodiv β-hliukanu [Varietal quality factor of malting barley in terms of the content of the carbohydrate component β-glucan]. *Zbirnyk naukovykh prats PDATU*, 11, 40–44. (in Ukrainian)
2. Gorash O.S., Zhrebko Yu.V. (2008) Zalezhnist vmistu β-hliukana v susli vid sortu pyvovarnoho yachmeniu. [Dependence of β-glucan content in wort on the variety of malting barley]. *Ahrarna nauka i osvita*, 5–6 (9), 91–93. (in Ukrainian)
3. Nartsiss, L. (2007). Pyvovarenye. T. 1. Tekhnolohyia solodorashchenyia [Brewing. T. 1. Technology of malting]; perevod s nem. pod obshch. red. H.A. Yermolaeva, E.F. Shanenko. SPb.: Professyia, 584. (in Russian)
4. Kuntse, V., Mit, G. (2001). Tekhnolohyia soloda i pyva [Technology of malt and beer]; per. s nem. SPb.: izdvo Professyia, 912. (in Russian)
5. Pryma J., Havlová P., Šusta J., Mikulikova R., Ehrenbergerová J., Němejc R. (2000) Healthy Substances in Barley and Beer. *Kvasny prum.*, 12 (46), 350–353. (in English)
6. Psota V., Jurecka D., Horakova V. (2005) Barley varieties registered in the Czech Republic in 2005. *Kvasny prum.*, 6 (51), 190–194. (in English)
7. Black C., Panozzo J. (2001) Utilizing near infrared spectroscopy for predicting malting quality in whole grain barley and whole grain malt. *Proc. of the 10<sup>th</sup> Australian barley technical symposium*, 5.4. (in English)
8. Prokes J. (2005) Comparison of spring barley quality from harvest 2000 and harvest 2004. *Kvasny prum.*, 6 (51), 195–201. (in English)
9. Svacina P., Blazek V. (2005) History and present time of breeding of spring barley in Plant Select, Ltd., Hrubcice. *Kvasny prum.*, 6 (51), 213–214. (in English)
10. Krousky J. (2005) Sebastian – the newly registered qualitative variety of malting barley. *Kvasny prum.*, 6 (51), 214–215. (in English)
11. Shildbach R. (1987) Report for the barley and malt Committee. *Proc. Eur. Brew. Con. 21<sup>st</sup> Cong. Madrid*, 701. (in English)
12. Molina Cano J.L., Madsen B., Atherton M.J., Drost B.W., Larsen J., Shildbach J., Simiand J.P., Voglar K. (1986) A statistical index for the overall evaluation of malting and brewing quality in barley. *Monatsschr. Brauwiss.* 39, 328. (in English)
13. Psota V., Kosar K., Langer I., Parizek P., Dzubak I., Novotny R., Dovicovicova E., Dobes I., Fiala V., Krofta V. (1995) Ukazatel sladovnicke jakosti (Malting Quality Index). *Kvasny Prum.* 41, 393. (in English)
14. Dosphehov B.A. Metodika polevogo opyta [Methods of field experience]. Moskva: Agropromizdat, 351. (in Russian)