

تأثير التسميد الآزوتي وهيومات البوتاسيوم في مساحة ورقة العلم والإنتاجية من الحبوب والقش (الصنف شام 10) تحت ظروف المنطقة الساحلية

علاء الحافي¹ وسامر ميهوب¹



¹ محطة بحوث سيانو، الهيئة العامة للبحوث الزراعية، اللاذقية، سورية.

(*للمراسلة: د. علاء الحافي، البريد الإلكتروني: alaaafee@gmail.com)

تاريخ الاستلام: 2026 / 01/19 تاريخ القبول: 2026 / 07/1

الملخص

أجريت تجربة حقلية في منطقة جبلة- بستان صالح في الموسم الزراعي 2020-2021، باستخدام تصميم القطاعات العشوائية الكاملة بهدف دراسة تأثير الإضافات المتزايدة من السماد الآزوتي (0-100 -200 -300 -400 كغ N/هـ)، وهيومات البوتاسيوم (0-2.5 -5 -10 كغ/هـ) والتأثير المتداخل بينهما (N*H) في نمو وإنتاجية محصول القمح الطري ومساحة ورقة العلم للصنف (شام 10)، ودراسة دور أحماض الهيوميك في زيادة فعالية الإضافات الآزوتية. أثرت الإضافات الآزوتية والهيوماتية بمعنوية عالية جداً في طول ومساحة ورقة العلم، بالإضافة للإنتاجية من الحبوب والقش. لقد تفوقت جميع المعاملات التي تلقت السماد الآزوتي وهيومات البوتاسيوم معاً وبشكل عالي المعنوية على المعاملات التي تلقت السماد الآزوتي بمفرده وأدت إلى زيادة نسبية بمقدار (33.1, 22.1, 2.3, 12.3 %) و(23.6, 12.1, 8.2, 10.6 %) بالنسبة لطول ورقة الساق الرئيسية والاشطاءات وبمقدار (63.2, 34.7, 28, 25.8 %) و(52.6, 38.2, 18.4, 14.5 %) بالنسبة لمساحة ورقة العلم لكل من الساق الرئيسية والاشطاءات على التوالي وذلك عند إضافة الهيومات إلى جانب السماد الآزوتي بمعدل 10 كغ/هـ، كما أدت إضافة الهيومات بمعدل (2.5 كغ H/هـ) مع السماد الآزوتي إلى زيادة في غلة الحبوب والقش وبمعدل زيادة نسبية بمقدار (34.1, 16.6, 27.7, 12.7 %) و(16.6, 18.9, 16, 9.5 %)، مقارنة مع المعاملات التي تلقت فيها السماد الآزوتي بمفرده. بلغت الإنتاجية الحبية 10.36 طن/هـ في معاملة الـ 400 كغ N/هـ، وترتفع إلى 13.62 طن/هـ عند إضافة الهيومات بمعدل 2.5 كغ/هـ مع المستوى 300 كغ N/هـ.

الكلمات المفتاحية: القمح الطري، شام 10، التسميد الآزوتي، هيومات البوتاسيوم، ورقة العلم.

المقدمة:

الخصائص التي تتمتع بها ورقة العلم تجعل منها العضو الأكثر أهمية في عملية التمثيل الضوئي وإنتاج المركبات الكربوهيدراتية، تساهم ورقة العلم بحوالي 45-58% من إجمالي نواتج التمثيل الضوئي (Xu and Zhao, 1995)، حيث بينت الدراسات أن ورقة العلم توفر

حوالي 41-43% من الكربوهيدرات خلال مرحلة امتلاء الحبوب (Sharma *et al.*, 2003) وجد أنّ إزالة ورقة العلم قد أدت إلى انخفاض في الإنتاجية بمقدار 18-30% (Ma *et al.*, 2021, Banitaba *et al.*, 2007)، ولذلك تعتبر ورقة العلم مصدر رئيسي للكربوهيدرات للحبوب، وذلك بفضل قربها من السنبل وموقعها العالي والذي يمكنها من اعتراض معظم الأشعة الشمسية الساقطة وتحويلها إلى سكريات والتي سوف تنتقل للحبوب (Dobre and Lazăr, 2014)، كما تتميز ورقة العلم بنشاط عملية التمثيل الضوئي لفترة أطول مقارنة مع الأوراق الأخرى والتي تنخفض قدرتها على التمثيل الضوئي مع تقدمها بالعمر وتدخل في مرحلة الموت عند وصولها لمرحلة امتلاء الحبوب ومن خلال ذلك فهي تكتسب أهميتها خلال عملية امتلاء الحبوب (Loss and Siddique 1994, Turner 1997) كما دلت الأبحاث أنّ كفاءة عملية التمثيل الضوئي تتعلق بمحتوى الأوراق من الكلوروفيل ومساحة الورقة (Wang *et al.*, 2016, Zhang *et al.*, 2013) ولذلك فإن شكل الورقة ومحتواها من الكلوروفيل من أهم العوامل التي تؤثر في عملية تحويل الأشعة الضوئية إلى سكريات (Ghosh *et al.*, 2003)، وبالتالي فإن تحسين كفاءة التمثيل الضوئي من العوامل الرئيسية والتي من شأنها أن تؤثر في الغلة المنتجة ولذلك خصائص الورقة من بين المعايير التي يتم الاهتمام بها في برامج التربية.

يحتل عنصر الأزوت مكانة فريدة في عملية الانتاج الزراعي، بسبب دخوله في معظم مسارات التمثيل الغذائي، ويشكل ما بين 1-7% من الوزن الجاف للنبات (Kafi *et al.*, 2005) فهو يؤثر بشكل إيجابي في مكونات الغلة الحبية، مثل عدد الإسطوانات في وحدة المساحة، ويساهم في زيادة نسبة الإسطوانات المنتجة على حساب تلك الغير منتجة (Wilhelm, 1998)، وعدد الحبوب في كل سنبل، ووزن الحبوب (Shearman *et al.*, 2005)، وبالتالي الغلة الحبية، بالإضافة إلى تأثيره على عملية التمثيل الضوئي والتي تنتج الطاقة اللازمة، لعمل الأنزيمات والنواقل ودوره في تشكيل الأحماض الأمينية والتي سوف تشكل البروتينات (Habtegebrial *et al.*, 2007)، ولأزوت دور في زيادة مساحة الورقة العلمية ويؤثر في إطالة عمر الأوراق وهذا يؤثر على مسار وكفاءة عملية التمثيل الضوئي (Uzik and Zafajowa 2000)، كما أكدت العديد من الأبحاث أن زيادة المستوى السمادي من الأزوت يؤدي إلى زيادة ارتفاع النبات، نظراً لدوره في عملية انقسام الخلايا، وزيادة استطالتها ونموها، مما يؤدي لزيادة رفع كفاءة الجذور في امتصاص العناصر الغذائية، الأمر الذي يؤدي إلى زيادة الكتلة الحيوية والغلة الحبية (Hussain *et al.*, 2006; Dario *et al.*, 2010; Subedi *et al.*, 2010) ووجد عبد الرحمن وآخرون (2021) في تجربة لدراسة تأثير إضافة مستويات من الأزوت (0 - 70 - 105 - 140 - 175 - 210 - 245) كغ/هكتار في نمو وإنتاجية القمح المروي شام 7، زيادة في بعض الصفات بنسبة 16% لطول النبات و22.67% لطول السنبل و23.02% لطول حامل السنبل و34.65% مساحة ورقة العلم مقارنة بالشاهد.

تلعب هيومات البوتاسيوم العديد من الأدوار الهامة مثل: تحسين الخصائص الفيزيائية والكيميائية، تحسين قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء وزيادة نشاط الميكروبي (Shah *et al.*, 2018; Fuentes *et al.*, 2018; Nardi *et al.*, 2017)، زيادة إتاحة العناصر الغذائية وخاصة العناصر الصغرى من خلال تخليب العناصر الغذائية ونقلها باتجاه النبات (Yang *et al.*, 2021)، يزيد من نمو النبات من خلال تمثيل هرمونات النمو مثل الأوكسين والسايتوكينين وبالتالي تساعد في مقاومة الاجهادات المختلفة وتمثيل العناصر الغذائية والتمثيل الضوئي (Billingham, 2012; Rose *et al.*, 2014; Canellas *et al.*, 2020; Laskosky *et al.*, 2020; Nardi *et al.*, 2021; vanTol deCastro *et al.*, 2021).

بينت نتائج الأبحاث التي تناولت تأثير مركبات الهيوميك على القمح زيادة في معايير النمو مثل طول النبات وطول الجذور والوزن الجاف للنبات والجذور ومحتوى من الكلوروفيل (18%, 29%, 76%, 100%, 96%) على التوالي (Arjumend *et al.*, 2015) كما أظهرت الدراسات وجود زيادة في إنتاجية المحاصيل عند استخدام الهيوميك مع اليوريا مقارنة مع استخدام اليوريا لوحده (Zheng, 1991)، وهذا يدل على وجود علاقة تآزر (Synergistic effect) ما بين الهيوميك واليوريا، حيث تكسب إضافة الهيوميك جزيء اليوريا ثباتية أكثر مقارنة مع إضافته بشكل منفرد (Suntari *et al.*, 2013) مع الحفاظ على إمكانية تزويد النبات بالآزوت بشكل مستمر خلال مرحلة نموه. إن تغليف اليوريا بالهوميك يسبب بطء في عملية تحرر للآزوت حيث يقوم النبات بامتصاص هذه الكميات المتحررة خلال مرحلة النمو فتتخفض معدلات الفقد بالتطاير أو بالانغسال وتزداد كفاءة الاضافة السمادية.

وجدت إقبال (Iqbal *et al.*, 2016) أن إضافة 15 كغ/هـ من الهيوميك مع 150 كغ/هـ من السماد الآزوتي قد زاد من عدد الإسطوانات المنتجة ووزن الألف حبة، كما أن رش نبات القمح بمحلول من أحماض الهيوميك بتركيز (15 غ/ل) قد أدى إلى زيادة من معدل نمو النبات ومساحة ورقة العلم ومحتوى الأوراق من الكلوروفيل (Alfatlawi & Alrubaiee, 2020).

بحسب الدراسات مركبات الهيوميك تؤثر بشكل مباشر على عمليات التمثيل وتنظم نقل العناصر وتزيد من امتصاص العناصر، تحسن التنفس وتسرع من التفاعلات الانزيمية في دورة كريبس (you *et al.*, 2018, Khaleda *et al.*, 2017)، كذلك فإن وجود مركبات الهيوميك في التربة يشجع المجموع الجذري والخضري على النمو والتطور من خلال تحسين الحالة الغذائية للنبات وإتاحة العناصر الغذائية، فعالية هذه المركبات يمكن الاستدلال عليها من خلال نمو النبات والغلة المنتجة (Zandonadi *et al.*, 2019).

تكمن أهمية البحث في دراسة الاحتياجات السمادية من الآزوت لمحصول القمح الطري الذي يستخدم لصناعة الخبز من أجل زيادة الإنتاجية بوحدة المساحة، وهو من أولويات الأمن الغذائي، ويمكن تحديد أهداف البحث بالآتي:

1. تحديث التوصية السمادية الآزوتية لنبات القمح في المنطقة الساحلية.

2. تقييم دور هيومات البوتاسيوم في زيادة فعالية الإضافات السمادية الآزوتية.

مواد البحث وطرقه:

1. تجهيز التربة للزراعة:

تم إجراء عمليات الفلاحة والتسوية وذلك قبل شهر من الزراعة، ومن ثم تم تقسيم الأرض لقطع تجريبية بحسب عدد المعاملات وبأبعاد (2x3 م = 6 م²)، والمسافة ما بين القطع التجريبية 1 م، وبمعدل ثلاث مكررات لكل معاملة. تمت إضافة الأسمدة المعدنية الأساسية (التسميد الفوسفوري والبوتاسيوم) على شكل سوبر فوسفات ثلاثي (46% P₂O₅) بمعدل 120 كغ/هـ لرفع تركيز الفوسفور المتاح إلى 20 مغ/كغ تربة في عمق انتشار الجذور 20 سم، وذلك اعتماداً على تحليل التربة قبل عملية الزراعة (Ryan *et al.*, 2001)، ويوضحها (جدول 1). لم تتم أي إضافة من الأسمدة البوتاسية لأن التربة غنية بالبوتاسيوم المتاح (Mengel and Kirkby, 2001). تم فتح سطور الزراعة ضمن كل قطعة تجريبية تمهيداً لعملية الزراعة، المسافة ما بين السطر والآخر حوالي (15 سم)، مما جعل عدد السطور في كل قطعة تجريبية 20 سطرًا.

الجدول (1): بعض الخواص الفيزيائية والكيميائية لتربة الدراسة.

P (مغ/كغ تربة)		CaCO ₃ (%)		N-كلي (%)	OM (%)	EC ds/m	pH	التحليل الميكانيكي		
متاح	ذائب	فعالة	كلية					رمل	سلت	طين
10.17	0.41	14.7	30.8	0.0287	4.2	0.3	8.06	33.	39.3	57.4
الكاتيونات (مغ/كغ تربة)								CEC م.م / 100 غ		
Na ⁺		Mg ²⁺		Ca ²⁺		K ⁺				
متاح	ذائب	متاح	ذائب	متاح	ذائب	متاح	ذائب			
44.4	11.7	1500	140	7920	246.6	325	6.2	61.4		

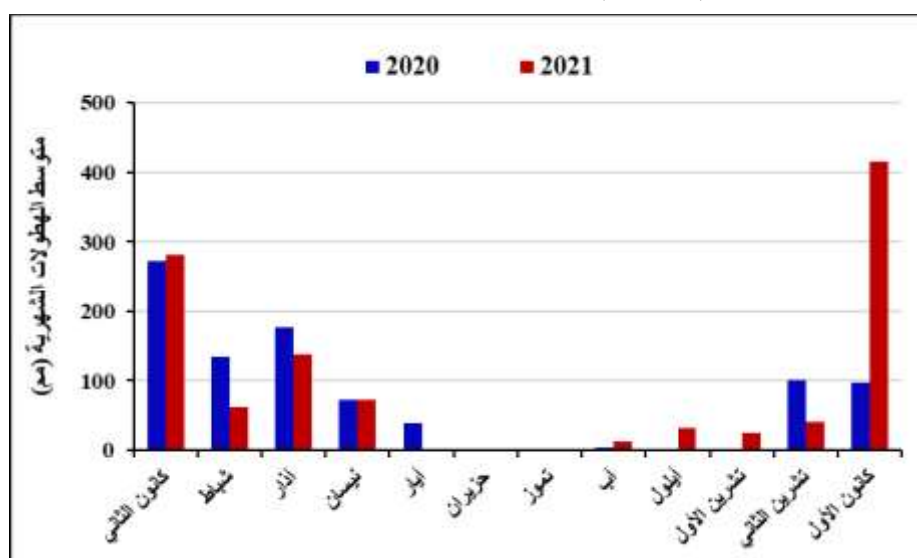
2. تصميم التجربة والمعاملات:

تم إجراء تجربة عاملية بنظام القطاعات العشوائية الكاملة (Randomized Complete Block Design) تتضمن خمس معاملات من معدلات التسميد الأزوتي (0 - 100 - 200 - 300 - 400 كغ N/هكتار) على شكل يوريا (46 % N)، وثلاثة مستويات إضافة من هيومات البوتاسيوم (2.5 - 5 - 10 كغ HA/ه)، فنتج 15 معاملة وبواقع ثلاث مكررات لكل معاملة. تمت إضافة المعدل السمادي الأزوتي (يوريا) على دفعات موزعة بنسبة 25 % من المعدل السمادي عند الزراعة، 50 % في مرحلة الإشتاء، و 25 % من المعدل السمادي في مرحلة استتالة الساق. كما وتمت إضافة هيومات البوتاسيوم للتربة بذات التوزيع النسبي (25 و 50 و 25 %) من معدل الإضافة على التربة متزامنة مع التسميد الأزوتي والأطوار الفينولوجية الموصوفة لنبات القمح. المادة النباتية: تم استخدام الصنف شام 10 وهو من أصناف القمح الطرية، والمتميز بغزارة الإنتاج، تم الحصول عليه من الهيئة العامة للبحوث الزراعية.

3. الزراعة وعمليات الخدمة:

تمت الزراعة بتاريخ 2020/12/5 وتمت الزراعة على سطور وبمعدل بذار حوالي 120 كغ/ه.

1. الري: لم يكن هناك حاجة للري حيث كانت كمية الهطول جيدة وتوزعت بشكل جيد خلال موسم الزراعة، هذا بالإضافة إلى أن التربة طينية جيدة الاحتفاظ بالماء (مخطط 1).



المخطط (1): المتوسطات الشهرية للهطولات المطرية (مم) لمنطقة جبلة خلال عامي (2020-2021) بحسب المجموعة الإحصائية الزراعية

2. عمليات مكافحة :

- **مكافحة الأعشاب:** تمت عمليات التعشيب في المراحل الأولى من نمو النبات بشكل يدوي بهدف التخلص من الأعشاب الضارة، كما تم استخدام مبيد (اتلانتس) المتخصص في مكافحة الأعشاب الضارة الرفيعة (كالشوفان البري، ذيل الثعلب، والليليوم) والعريضة الأوراق (كالنفل، والفجل، الخردل البري، الخبازة) وغيرها من الأعشاب الضارة، حيث تمت عملية المكافحة قبل دخول النباتات في مرحلة طرد السنابل.
- **مكافحة الآفات:** تمت عملية مكافحة وقائية للأمراض الفطرية (التفحمات والأصداء) باستخدام المبيد الفطري (Propiconazole 150g/l, Difinoconazole 150g/l) ومكافحة وقائية من الإصابات الحشرية وخاصة حشرة السونة ودبور الحنطة المنشاري وحشرة المن باستخدام المبيدات الحشرية.

4. إجراءات الحصاد:

تم اختيار خمس نباتات ممثلة للقطعة التجريبية وبشكل عشوائي من كل قطعة تجريبية عند دخول 50% من النباتات في طور الإزهار بهدف قياس طول ومساحة ورقة العلم، حيث تم أخذ صور رقمية لأوراق العلم بهدف قياس مساحتها باستخدام برنامج (Digimizer). تمت عملية الحصاد باستخدام إطار خشبي بمساحة 0.5 م² (50سم*100سم) ليتم حصاد كامل النباتات التي تقع داخل هذا الإطار عند نسبة رطوبة أقل من 14% من خلال قص هذه النباتات عند مستوى سطح التربة وأخذ الوزن الجاف لكل من القش والحبوب بهدف تقدير غلة الحبوب والقش بوحدة المساحة (طن/ه).

5. التحاليل المخبرية:

جففت عينات من الحبوب والقش في الفرن على درجة حرارة 70 م° ولمدة 48 ساعة على الأقل وتسجيل الأوزان الجافة، ومن ثم طُحنت كامل العينات تحضيراً للهضم الرطب وتقدير الآزوت بطريقة كلاهال (Ryan et al., 2001).

6. التحليل الإحصائي:

خضعت معطيات التجربة لتحليل التباين العام (ANOVA) بحسب مصادر التباين: الآزوت (N) والهيومات (H) والتداخل بينهما (N*H)، وتم فصل المتوسطات وتحديد قيمة أقل فرق معنوي (LSD) عند مستوى معنوية 5%، وذلك باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS Institute, 1999).

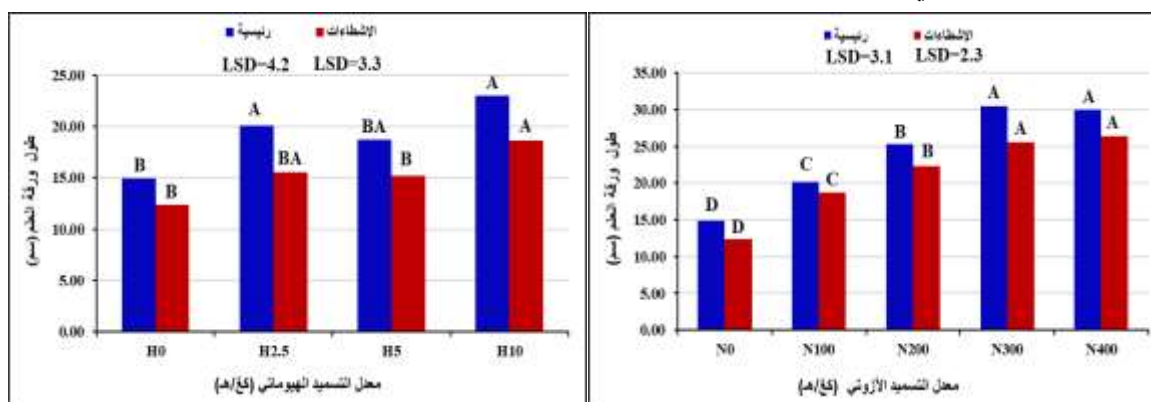
النتائج والمناقشة:

تأثير التسميد الآزوتي وهيومات البوتاسيوم في طول ورقة العلم:

أدى التسميد الآزوتي عند مستوى التسميد (100 كغ N/ه) إلى زيادة معنوية في طول ورقة العلم لكل من السوق الرئيسية وسوق الإشطاعات ($P \leq 0.0001$)، لكن تصبح هذه الزيادة غير معنوية عند مستوى التسميد 300 كغ N/ه. لقد تفوقت جميع معاملات التسميد الآزوتي وبشكل عالي المعنوية على معاملة الشاهد (N0) التي لم تتلق أية إضافات آزوتية، حيث بلغ طول ورقة العلم للسوق الرئيسية (20.2, 25.3, 30.4, 30 سم) و لسوق الإشطاعات (18.6, 22.3, 25.5, 26.4 سم) عند مستويات التسميد الآزوتي (100, 200, 300, 400 كغ N/ه) على التوالي، مقارنة مع الشاهد (N0) والتي بلغ فيها متوسط طول ورقة العلم حوالي (12.3, 14.9 سم) لكل من الساق الرئيسية وساق الإشطاعات على التوالي (مخطط 2)، وهذا يعزى إلى كون الآزوت يسهم في زيادة النمو الخضري،

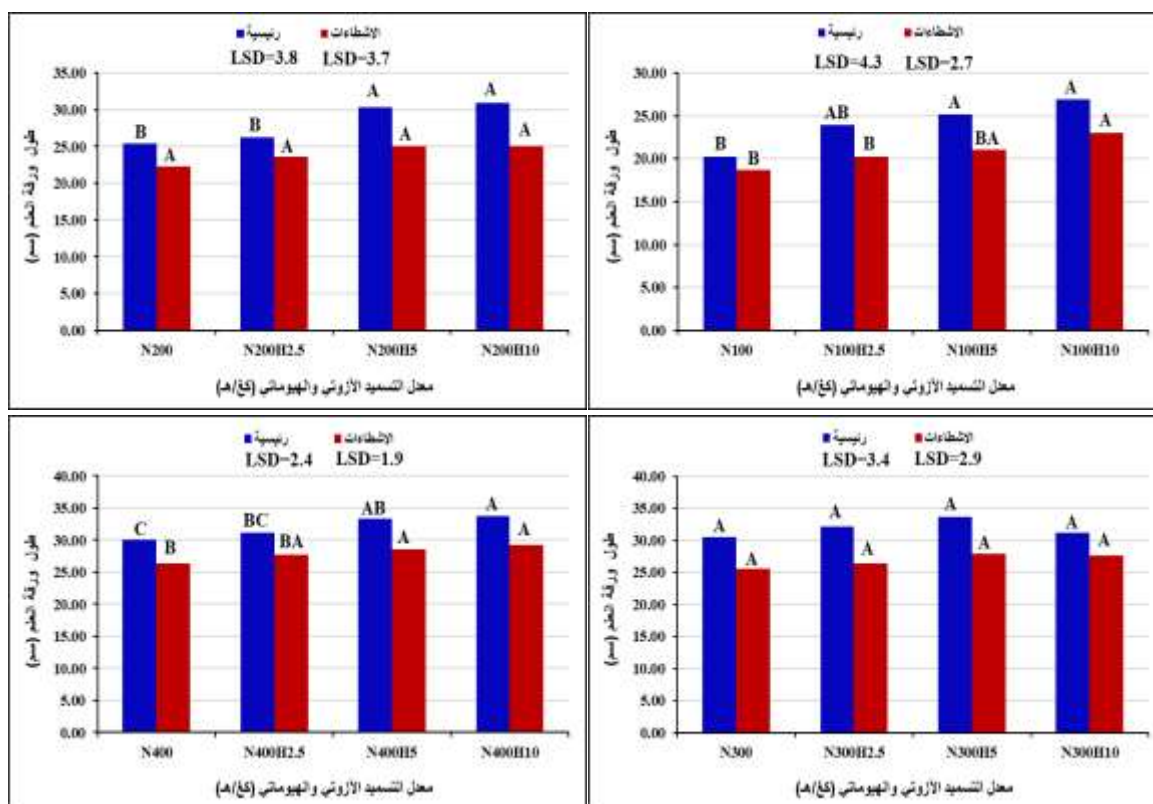
بالإضافة لدوره في زيادة النشاط المرستيمي للخلايا، ويعمل على زيادة عملية التمثيل الكربوني وإطالة مدته وزيادة سرعة انقسام الخلايا وزيادة الكلوروفيل (Kirkby et al., 2009).

لقد أدت إضافة هيومات البوتاسيوم بمفرده إلى زيادة عالية المعنوية ($P \leq 0.0001$) في طول ورقة العلم للساق الرئيسية مقارنة مع الشاهد حيث بلغت مساحة ورقة العلم للساق الرئيسية (20, 18.7, 22.9 سم)، وسوق الإشطاعات (15.5, 15.2, 18.6 سم) مقارنة مع الشاهد (12.3, 14.9 سم) عند المستويات (2.5, 5, 10 كغ/هـ) (مخطط 2) على التوالي، وذلك يعود إلى قدرة مركبات الهيوميك على تنشيط عملية انقسام الخلايا واستطالتها، بالإضافة إلى الدور المغذي العضوي لهيومات البوتاسيوم الذي يزيد من كفاءة عملية التمثيل الكربوني في النبات، إضافة إلى ما تحتويه على النمو الخضري هيومات البوتاسيوم من مغذيات وأحماض أمينية مهمة للنبات، مما انعكس ذلك إيجاباً في زيادة نمو المجموع الخضري عن طريق زيادة تنشيط انقسام الخلايا واستطالتها.



المخطط (2): تأثير معدل التسميد الآزوتي أو إضافة هيومات البوتاسيوم في طول ورقة العلم لكل من الساق الرئيسية والإشطاعات. قيم الـ LSD عند مستوى معنوية 0.05

تفوقت جميع المعاملات التي تلقت السماد الآزوتي وهيومات البوتاسيوم معاً على المعاملات التي تلقت فيها السماد الآزوتي بمفرده، بالنسبة لمتوسط طول ورقة العلم للساق الرئيسية حيث بلغ حوالي (26.9, 30.9, 31.1, 33.7 سم) بالنسبة للمعاملات التي تلقت 10 كغ هيومات مع المعدل السمادي مقارنة مع المعاملات التي تلقت فيها السماد الآزوتي بمفرده (20.2, 25.3, 30.4, 30 سم) عند المستويات (100, 200, 300, 400 كغ/هـ)، وبمعدل زيادة نسبية عن المعاملات التي تلقت فيها السماد الآزوتي بمفرده بمقدار (33.1%, 22.1%, 2.3%, 12.3%)، وبلغ متوسط طول ورقة العلم لساق الإشطاعات حوالي (23, 25, 27.6, 29.2 سم) بالنسبة للمعاملات التي تلقت 10 كغ هيومات مع المعدل السمادي مقارنة مع المعاملات التي تلقت فيها السماد الآزوتي بمفرده (18.6, 22.3, 25.5, 26.4 سم) عند المستويات (100 إلى 400 كغ/هـ) وبمعدل زيادة نسبية (23.6%, 12.1%, 8.2%, 10.6%) (مخطط 3). يمكن يعود ذلك لدور هيومات البوتاسيوم في تعزيز قدرة الجذور على امتصاص الآزوت وبشكل خاص امتصاص النترات (NO_3^-)، من خلال تنشيط عمل المضخات البروتونية ($\text{H}^+ - \text{ATPase}$) ودور الآزوت في زيادة عدد الخلايا النباتية وذلك لأن الآزوت ضروري في كافة العمليات الحيوية التي تجري داخل النبات إذ يؤثر تأثيراً كبيراً في انقسام الخلايا (Alley et al, 1997).

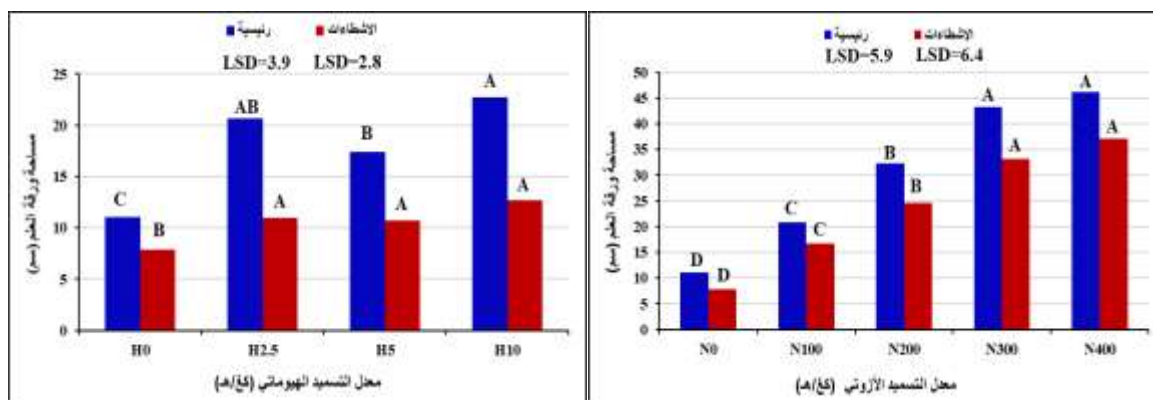


المخطط (3): التأثير المتداخل بين مستويات التسميد الآزوتي ومعدل إضافة هيومات البوتاسيوم في طول ورقة العلم لكل من الساق الرئيسية والإشطاءات. قيم الـ LSD عند مستوى معنوية 0.05.

تأثير التسميد الآزوتي وهيومات البوتاسيوم في مساحة ورقة العلم:

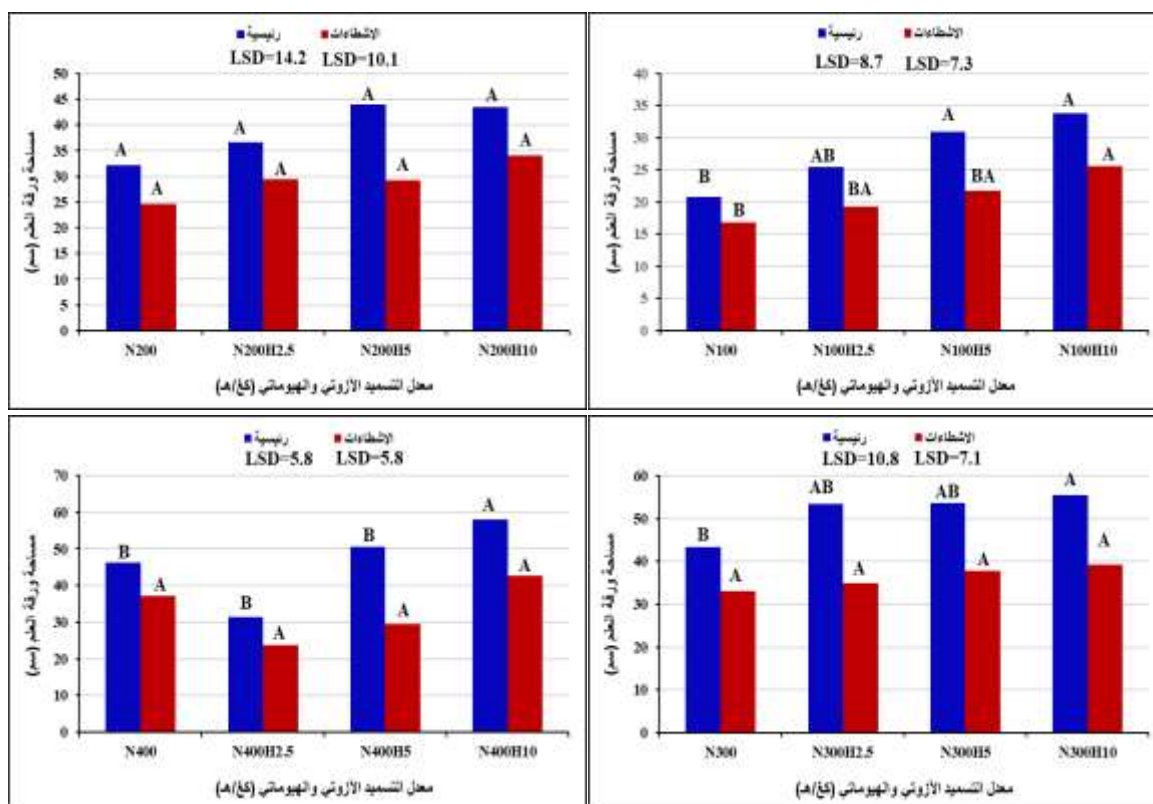
أدى التسميد الآزوتي إلى زيادة ملحوظة ومعنوية ($P \leq 0.0001$) في مساحة ورقة العلم. لقد تفوقت جميع معاملات التسميد الآزوتي وبشكل عالي المعنوية على معاملة الشاهد (N0) التي لم تتلق أية إضافات آزوتية، حيث بلغ متوسط مساحة ورقة العلم للساق الرئيسية (20.7, 32.2, 43.2, 46.1 سم) ولسوق الإشطاءات (16.7, 24.6, 33, 37 سم) عند مستويات التسميد الآزوتي (100, 200, 300, 400 كغ/هـ) على التوالي، مقارنة مع الشاهد (N0) والتي بلغ متوسط فيها طول ورقة العلم حوالي (11, 7.8 سم) لكل من الساق الرئيسية وساق الإشطاءات على التوالي (مخطط 4)، وهذا يتفق مع فياض والحديثي (2011) والناصري والعبد الله (2020) الذين وجدوا إن زيادة مستويات السماد النيتروجيني أدت إلى زيادة المساحة الورقية للنبات ويعود ذلك إلى دور الآزوت في زيادة عدد الخلايا ومعدل نموها وبالتالي زيادة مساحة المسطح الورقي الفعال في عملية التمثيل الضوئي (Shngguan, 2000).

لقد أدت إضافة هيومات البوتاسيوم بمفرده إلى زيادة عالية المعنوية ($P \leq 0.0001$) في مساحة ورقة العلم للساق الرئيسية مقارنة مع الشاهد، ولكن رغم الزيادة الظاهرية الناتجة عن زيادة مستويات إضافة الهيومات إلا أنها تبقى غير معنوية حيث بلغت مساحة ورقة العلم للساق الرئيسية (20.6, 17.4, 22.7 سم²)، وسوق الإشطاءات (10.9, 10.6, 12.7 سم²) مقارنة مع الشاهد (11, 7.8 سم²) عند المستويات (2.5, 5, 10 كغ/هـ) (مخطط 4)، على التوالي. هذا يتفق مع ما جاء به Bakhawain و Daur (2013) الذين وجدوا إن رش الذرة الصفراء بحامض الهيوميك أدى إلى زيادة المساحة الورقية للنبات.



المخطط (4): تأثير معدل التسميد الآزوتي أو إضافة هيومات البوتاسيوم في مساحة ورقة العلم لكل من الساق الرئيسية والإشطاءات. قيم الـ LSD عند مستوى معنوية 0.05.

لقد بينت التجربة أنّ إضافة هيومات البوتاسيوم مع السماد الآزوتي (اليوريا) قد أدى إلى زيادة فعالية الإضافات الآزوتية، فقد تفوقت جميع المعاملات التي تلقت فيها السماد الآزوتي مع هيومات البوتاسيوم وبشكل عالي المعنوية على المعاملات التي تلقت فيها التغذية الآزوتية فقط بمساحة ورقة العلم، وهذا يدل على وجود علاقة تآزر ما بين هيومات البوتاسيوم وسماد اليوريا المستخدم في هذه التجربة كمصدر للتغذية الآزوتية، حيث بلغت مساحة ورقة العلم للساق الرئيسية حوالي (33.8, 43.4, 55.3, 58 سم²) بالنسبة للمعاملات التي تلقت 10 كغ هيومات مع المعدل السمادي مقارنة مع المعاملات التي تلقت فيها السماد الآزوتي بمفرده (20.7, 32.2, 43.2, 46.1 سم²) عند المستويات (100, 200, 300, 400 كغ/هـ)، وبمعدل زيادة نسبية عن المعاملات التي تلقت فيها السماد الآزوتي بمفرده بمقدار (63.2%, 34.7%, 28%, 25.8%)، وبلغت مساحة ورقة العلم لساق الإشطاءات حوالي (25.5, 34, 39.1, 42.5 سم²) بالنسبة للمعاملات التي تلقت 10 كغ هيومات مع المعدل السمادي مقارنة مع المعاملات التي تلقت فيها السماد الآزوتي بمفرده (16.7, 24.6, 33, 37.1 سم²) عند المستويات (100 إلى 400 كغ/هـ) وبمعدل زيادة نسبية (52.6%, 38.2%, 18.4%, 14.5%) (مخطط 5). هذه النتائج تدعمها نتائج الدراسات السابقة التي قام بها Anwar وآخرون (2016)، فهذا يعود إلى الدور الذي يلعبه النتروجين في زيادة النمو الخضري وذلك من خلال إنتاج هرمون الساييتوكينين (Cytokinin) من قمم الجذور، وهذا الهرمون يرتبط بحالة النتروجين داخل النبات ويأتي دور الهيموميك في زيادة فعالية الإضافات السمادية من خلال تعزيز قدرة الجذور على امتصاص الآزوت وبشكل خاص امتصاص النترات (NO₃⁻)، من خلال تنشيط عمل المضخات البروتونية (H⁺-ATPase)، حيث يرتبط إنتاج هرمون الساييتوكينين بشكل خاص بتواجد شوارد النترات (NO₃⁻) والتي تقوم بتحفيز أنزيم تصنيع الساييتوكينين (Miyawaki et al., 2004) في القمم الجذرية وحركتها باتجاه المجموع الخضري، والذي يعتبر المسؤول الرئيسي عن نمو المجموع الخضري في النبات.



المخطط(5): التأثير المتداخل بين مستويات التسميد الأزوتي ومعدل إضافة هيومات البوتاسيوم في مساحة ورقة العلم لكل من الساق الرئيسية والإسطوانات. قيم الـ LSD عند مستوى معنوية 0.05.

تأثير التسميد الأزوتي وإضافة هيومات البوتاسيوم في الإنتاج من الحبوب والقش:

أظهرت النتائج أن الإضافات الأزوتية قد أدت إلى زيادة معنوية في إنتاجية المحصول من غلتي الحبوب والقش ($P \leq 0.0001$) حيث ازدادت الإنتاجية مع زيادة التسميد الأزوتي بدءاً من الإضافة الأزوتية الأولى 100 كغ N/هـ بمعدل زيادة نسبية بمقدار 283.5%، 295.9% بالنسبة لغلتي الحبوب والقش على التوالي، مقارنة بالشاهد الذي لم يتلق تسميداً أزوتياً (جدول 2 و 3)، واستمرت الزيادة في الإنتاجية من غلتي الحبوب والقش وبشكل معنوي مع كل زيادة في معدل التسميد وصولاً إلى المعدل السمادي 300 كغ N/هـ، وتصبح الزيادة في الغلة غير معنوية بعد هذا المستوى، وربما هو نتيجة لأن الاستمرار في زيادة المستوى الأزوتي تتراكم الأحماض الأمينية وتتنخفض الحاجة لتصنيع البروتينات ويكون تركيز الأروت في النسيج النباتي قد وصل إلى الحد الذي يؤثر فيه على العمليات الفيزيولوجية (Finneman and Schjoerring, 1999).

لقد أدت إضافة هيومات البوتاسيوم مع السماد الأزوتي إلى زيادة فعالية الإضافات الأزوتية وساهمت في زيادة الغلة المنتجة لكل من الحبوب والقش مقارنة مع المعاملات التي تلقت فيها التسميد الأزوتي بمفرده، حيث تفوقت جميع المعاملات التي تلقت فيها التسميد الأزوتي والهيوماتي معاً وبشكل عالي المعنوية، على المعاملات التي تلقت فيها السماد الأزوتي بمفرده، لقد بلغت الزيادة النسبية حوالي (34.1%، 16.6%، 27.7%، 12.7%) و (16.6%، 18.9%، 16%، 9.5%) بالنسبة لغلتي الحبوب والقش على التوالي، للمعاملات التي تلقت فيها السماد الهيوماتي بمعدل (2.5 كغ H/هـ) بالإضافة للسماد الأزوتي مقارنة مع المعاملات التي تلقت فيها السماد الأزوتي بمفرده، ويأتي دور الهيوميك في زيادة فعالية الإضافات السمادية، حيث تشير الدراسات السابقة إلى أن مركبات الهيوميك تحسن من

كفاءة امتصاص وتمثيل العناصر الغذائية وتعزز نمو النبات من خلال تحسين تمثيل كل من الآزوت والكربون (Nardi *et al.*, 2017)، فقد ازداد الوزن الجاف لكل من المجموع الجذري والمجموع الخضري بمقدار 22% عند استخدام مركبات الهيوميك (Rose *et al.*, 2014)، وتساعد مركبات الهيوميك في استغلال موارد التربة من العناصر الغذائية مثل البوتاسيوم والكالسيوم والفسفور بفضل المجموعات الوظيفية التي تمتلكها مركبات الهيوميك (Tipping, 2002)، فهي تعمل على تحسين البيئة المحيطة بالمجموع الجذري، من خلال زيادة الراشحات المفردة من قبل الجذور في منطقة الرايزوسفير وهي المنطقة المحيطة بالجذور (García *et al.*, 1995)،

الجدول(2): تأثير معدلات التسميد بالأزوت وإضافة هيومات البوتاسيوم في الغلة من الحبوب (طن/هـ).

معدل التسميد الآزوتي (كغ/هـ)						معدل الهيومات كغ/هـ
LSD _{0.05}	400	300	200	100	0	
N= 0.0001 H= 0.0001 H*N= 0.05						
0.3	10.36 ^A	10.66 ^B	8.89 ^C	6.06 ^B	1.58 ^C	H0
2.66	11.68 ^A	13.62 ^A	10.37 ^A	8.13 ^A	3.75 ^B	H2.5
1.89	12.8 ^A	11.29 ^B	9.99 ^{BA}	7.51 ^A	3.94 ^B	H5
0.86	13.23 ^A	12.13 ^{BA}	9.52 ^B	7.4 ^A	4.96 ^A	H10
	3.19	1.82	0.57	1.31	0.32	LSD _{0.05}

القيم ذات الأحرف المتشابهة ضمن كل عمود غير مختلفة معنوياً. قيم الـ LSD في كل صف هي لمقارنة المتوسطات ضمن كل مستوى إضافة للهيومات

الجدول (3): تأثير معدلات التسميد بالأزوت وإضافة هيومات البوتاسيوم في ناتج القش (طن/هـ)،

معدل التسميد الآزوتي (كغ/هـ)						معدل التسميد الهيوماتي كغ/هـ
LSD _{0.05}	400	300	200	100	0	
N= 0.0002 H= 0.0001 H*N= 0.4						
2.46	24 ^A	25 ^B	20.46 ^A	14.77 ^B	3.73 ^C	H0
5.14	26.3 ^A	29 ^A	24.33 ^A	17.23 ^A	7.33 ^B	H2.5
4.32	28.6 ^A	27 ^{BA}	22.33 ^A	18.25 ^A	8.5 ^B	H5
3.6	28.4 ^A	27.4 ^{BA}	21.66 ^A	16.33 ^{BA}	10.66 ^A	H10
	7.97	2.62	4.31	2.16	1.17	LSD _{0.05}

القيم ذات الأحرف المتشابهة ضمن كل عمود غير مختلفة معنوياً. قيم الـ LSD في كل صف هي لمقارنة المتوسطات ضمن كل مستوى إضافة للهيومات.

الاستنتاجات:

1. إضافة هيومات البوتاسيوم مع السماد الآزوتي ساهم بزيادة كل من طول ومساحة ورقة العلم وبشكل عالي المعنوية.
2. إضافة (2.5 كغ/هـ) من هيومات البوتاسيوم مع المعدل السمادي الآزوتي (300 كغ/هـ) أعطى غلة حبيبة (13.62 طن/هـ)، مقارنة مع الغلة المنتجة عند استخدام المعدل السمادي (400 كغ/هـ)، والتي بلغت 10.36 طن/هـ.
3. إضافة هيومات البوتاسيوم قد ساعد على زيادة كفاءة الإضافات السمادية الآزوتية وحسنت من الغلة المنتجة لكل من الحبوب والقش وبشكل معنوي.

التوصيات:

نوصي عند زراعة القمح الطري (شام 10) في المنطقة الساحلية من سورية إضافة السماد الآزوتي بمعدل (200 كغ/هـ) مع إضافة هيومات البوتاسيوم هيومات البوتاسيوم بمعدل 2.5 كغ/هـ، هذا يسهم في زيادة كفاءة الإضافات السمادية الآزوتية وتقليل من كمية السماد الواجب إضافته، كما نوصي بتجزئة المعدل التسميدي الآزوتي على ثلاث دفعات، 25% عند الزراعة 50% عند الإشتاء و 25% عند استتالة السوق وطرده السنابل.

المراجع:

عبد الرحمن، فاطمة مصطفى و عبد الغني خورشيد وبدر الدين جلب ومصطفى مازن عطري (2021): تحديد الاحتياج الأمثل من الأزوت في نمو وانتاجية القمح المروي *Triticum aestivum* (الصنف شام 7). المجلة السورية للبحوث الزراعية 8 (2): 195-210.

- Alfatlawi, Z. H. C., Alrubaiee, S. H. A. W. (2020). Effects of spraying different concentrations of Humic acid on the growth and yield of wheat crop (IP99 cultivar) in various stages. Plant Archives, 20(2), 1517–1521.
- Anwar, S., Iqbal, F., Khatkhat, W.A., Islam, M.S., Iqbal, B., & Khan, S. (2016). Response of Wheat Crop to Humic Acid and Nitrogen Levels. El agriculture, 3(1), 558-565.
- Arjumend, T., Abbasi, M. K., and Rafique, E. (2015). Effects of lignite-derived Humic acid on some selected soil properties, growth and nutrient uptake of wheat (*Triticum Aestivum L.*) grown under greenhouse conditions. Pakistan J. Bot. 47, 2231–2238.
- Banitaba, A.; Naderi, M.; Javanmard, H.; Emami, B. Effect of flag leaf and awn removal on vegetative traits, grain yield and yield components of bread wheat (*Triticum aestivum L.*). Res. Agric. Sci. 2007, 2, 73–86.
- Dario, G.; P. Ruisi; G. D. Miceli; A. S. Frenda; and G. Amato (2010). Nitrogen Use Efficiency and Nitrogen Fertilizer Recovery of Durum Wheat Genotypes as affected by Interspecific Competition. Agronomy Journal. 102: 707-715.
- Daur, I., and Bakhashwain, A. A. (2013). Effect of humic acid on growth and quality of maize fodder production. Pak. J. Bot, 45(S1), 21-25.
- Dobre, S.P., Lazăr, C. (2014). Surface determinations of flag leaf for a set of mutant DH wheat lines. An. INCDA Fundulea, LXXXII, 7-16.
- Finnemann, J; Schjoerring, J. K. Translocation of NH_4^+ in oilseed rape plants in relation to glutamine synthetase isogene expression and activity. Physiologia Plantarum, **105**, 1999, 469–477.
- Fuentes, M., Baigorri, R., González-Gaitano, G., and García-Mina, J. M. (2018). New methodology to assess the quantity and quality of humic substances in organic materials and commercial products for agriculture. J. Soils Sediments 18, 1389–1399.
- García, C., Ceccanti, B., Masciandaro, G., AND Hernández, T. (1995). Phosphatase and β -glucosidase activities in humic substances from animal wastes. Bioresource Technology, vol. 53, no. 1, 79–87.
- Ghosh M, Pal AK, Pal SK. (2003). Relationship of leaf area and chlorophyll content with yield of aromatic rice. Indian Journal of Plant Physiology. 8: 199–200.

- Habtegebrial, K.; Singh, B. R.; Haile, M. (2007). Impact of tillage and nitrogen fertilization on yield, nitrogen use efficiency of tef (*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter) and soil properties. *Soil and Tillage Res*, **94**, 55-63.
- Hussain, L.; M.A. Khan; and E.A. Khan. (2006). Bread Wheat varieties as influenced by different nitrogen levels. *Zhejiang Univ, Sciences B J*. 7(1): 70-78.
- Iqbal, B., Anwar, S., Iqbal, F., Khatak, W. A., Islam, M., & Khan, S. (2016). Response of Wheat Crop to Humic acid and Nitrogen Levels. *Ecronocon Agriculture*, 3(1), 558–565.
- Kafi, M; Lahooti, M; Zand, E; Sharifi, H. R AND Gholdani, M. (2005) *Plant physiology* (translation). 5th Edn., Jihad Daneshgahi Mashhad Press, Mashhad, Iran. pp: 414
- Khaleda. L., Park. H.J., Yun. J.R., Jeon. D.J., Kim. M.G., Cha. J.Y., Kim. W.Y., (2017). Humic acid confers high-affinity K⁺ Transporter 1-mediated salinity stress tolerance in arabidopsis. *Mol. Cells*, vol. 40, pp. 966-975.
- Loss S.P., Siddique K.H.M. (1994). Morphological and physiologi-cal traits associated with wheat yield increases in Mediterranean environments. *Advances in Agronomy*, 52: 229–276.
- Ma, J.; Xiao, Y.; Hou, L.; He, Y. (2021). Combining Protein Content and Grain Yield by Genetic Dissection in Bread Wheat under Low-Input Management. *Foods*, 10, 1058.
- Mengel K. and E.A. Kirkby. (2001). *Principles of plant nutrition*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
- Miyawaki, K; Matsumoto-kitano, M; Kakimoto, T. (2004). Expres-sion of cytokinin biosynthetic isopentenyltransferase genes in Arabidopsis: tissue specificity and regulation by auxin, cytokinin, and nitrate. *The Plant Journal*, 37, 128–138
- Nardi, S., Ertani, A., and Francioso, O. (2017). Soil-root cross-talking: the role of humic substances. *J. Plant Nutr. Soil Sci*. 180, 5–13.
- Nardi, S., Schiavon, M., and Francioso, O. (2021). Chemical structure and biological activity of humic substances define their role as plant growth promoters. *Molecules* 26, 2256.
- Rose, M. T., Patti, A. F., Little, K. R., Brown, A. L., Jackson, W. R., Cavagnaro, T. R. (2014). A meta-analysis and review of plant-growth response to humic substances: practical implications for agriculture. *Adv Agronom*, 124:37–89.
- Ryan, J., G. Estefan and A. Rashid. (2001). *Soil and plant analysis: Laboratory Manual*. ICARDA, NARC, 172 pp.
- SAS INSTITUTE. (1999). *SAS user's guide: Statistics*. SAS Inst., Cary, NC.
- Shah, Z. H., Rehman, H. M., Akhtar, T., Alsamadany, H., Hamooh, B. T., Mujtaba, T., et al. (2018). Humic substances: determining potential molecular regulatory processes in plants. *Front. Plant Sci*. 9, 263.
- Shangguan, Z.P.; M.A. Shao; J. Dyckmans (2000). Nitrogen Nutrition and Water Stress Effects on Leaf Photosynthetic Gas Exchange and Water Use Efficiency in Winter Wheat Environ. EXP. BOT. 44: 141-149.
- Sharma SN, Sain RS, Sharma RK. (2003). The genetic control of flag leaf length in normal and late sown durum wheat. *Journal of Agricultural Science*, 141:323–331.
- Shearman, V. J; Sylvester-bradley, R; Scott, R. K. and Foulkes, M. J. (2005). Physiological processes associated with wheat yield progress in the UK. *Crop Science*, **45**, 175-185.

- Subedi, K.D.; B.L. Ma; and A.G. Xue. (2007). Planting date and nitrogen effects on grain yield and protein content of spring wheat. *Crop Science*. 47: 36-44.
- Suntari, R., R. Rurini and M. M. Soemarno. (2013). Study on the release of N-available (NH_4^+ and NO_3^-) of Urea-Humate. *Intern. J. Agri. and Fore.*, 6: 209-219
- Tipping, E. (2002). *Cation binding by humic substances. Cambridge Environmental Chemistry Series 12*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Turner N.C. (1997): Further progress in crop water relationship. *Advances in Agronomy*, 58: 293–338.
- Uzik M., Zafajova A. (2000): Chlorophyll and nitrogen content in leaves of winter wheat at different genotypes and fertilization. *Rostlinná Výroba*, 46: 237–244.
- van Tol de Castro, T. A., Berbara, R. L. L., Tavares, O. C. H., Mello, D. F., and da, G., Pereira, E. G. (2021). Humic acids induce a eustress state via photosynthesis and nitrogen metabolism leading to a root growth improvement in rice plants. *Plant Physiol. Biochem.* 162, 171–184.
- Wang C, She HZ, Liu XB, Hu D, Ruan RW, Shao MB, (2016). Effects of fertilization on leaf photosynthetic characteristics and grain yield in tartary buckwheat Yunqiao1. *Photosynthetica*. 55:1–8.
- Wilhelm, W.W. (1998). Dry matter partitioning and leaf area of winter wheat grown in a long term fallow tillage comparisons in US central great plains. *Soil and Tillage Res*, 49, 49–56.
- Xu H, Zhao J. (1995). Canopy Photosynthesis Capacity and the Contribution from Different Organs in High-Yielding Winter Wheat. *Acta Agronomica Sinica*.
- Yang, F., Tang, C., and Antonietti, M. (2021). Natural and artificial humic substances to manage minerals, ions, water, and soil microorganisms. *Chem. Soc. Rev.* 50, 6221–6239.
- You. W., Liu. H.C, Cao. J.W., Shen. Y.L., Chen. W., (2018). Removal of humic acid from water by magnetic chitosangrafted polyacrylamide," *Huan Jing Ke Xue*, vol. 39, pp. 5532-5540.
- Zandonadi, D. B., Roberto, C., Matos, R., Castro, R. N., and Spaccini, R. (2019). Alkamides: a new class of plant growth regulators linked to humic acid bioactivity. *Chem. Biol. Technol. Agric.* 6, 23.
- Zhang X, Huang G, Bian X, Zhao Q. (2013). Effects of root interaction and nitrogen fertilization on the chlorophyll content, root activity, photosynthetic characteristics of intercropped soybean and microbial quantity in the rhizosphere. *Plant Soil & Environment*. 59:80–88.
- Zheng P. (1991). *The Application and Production of Peat Humic Acids*. Chemical Industry Press, Beijing. (in Chinese).

Effect of nitrogen fertilization and potassium humate on flag leaf area and yield of grain and straw (Sham 10) under coastal conditions

Alaa Sulieman Al-Hafe^{1*} and Samer Mihoub¹

¹ General Commission for Scientific Agricultural Research –Siano Research Station, Lattakia, Syria.



(*Corresponding author: Dr. Alaa Al Hfi. E-Mail: alaaafee@gmail.com)

Received: 19/01 /2026

Accepted: 1/07 /2026

Abstract

A filed experiment was conducted using a complete randomized block design at Jableh-Bustan saleh seasons 2020-2021. The aim was to evaluate the effect of increasing application rates of nitrogen fertilizer (N) and potassium humate (H) on productivity flag leaf area of bread wheat (*triticum aestivum* sp. Sham 10). Nitrogen application had a significantly affect flag leaf length and area as well as on grain and straw yield. All treatments that received both nitrogen fertilizer and potassium humate were significantly superior compared with treatments that received nitrogen fertilizer only in terms of flag leaf length and area, resulting in relative increases of (33.1, 22.1, 2.3, 12.3%) and (23.6, 12.1, 8.2, 10.6%) for main stem and tiller leaf length, and (63.2, 34.7, 28, 25.8%) and (52.6, 38.2, 18.4, 14.5%) for flag leaf area of both the main stem and tillers when potassium humate was applied at a rate of 10 kg N/ha along with nitrogen application, respectively.

Furthermore, combined effect of the applied nitrogen and potassium humate were significantly superior compared with treatments that received nitrogen fertilizer only. The results showed that the application of humate at a rate of 2.5 kg/h⁻¹ along with nitrogen application increased grain and straw yield by about (34.1, 16.6, 27.7, 12.7%) for grain yield, and (16.6, 18.9, 16, 9.5%) for straw, compared with treatments that received just nitrogen fertilizer. Grain yield reached 10.36 t/ha in the 400 kg N/ha treatment and increased to 13.62 t/ha when humate was applied at a rate of 2.5 kg N/ha at the 300 kg N/ha level.

Keywords: Soft wheat, Sham 10, Nitrogen fertilizer, K-Humate, Flag leaf.