



UDC 633.16:631.5:631.8(477.7)

EFFECT OF FERTILIZATION ON THE ACCUMULATION OVERGROUND MASS OF SPRING BARLEY PLANTS

V. Gamayunova, A. Panfilova

Article info

Received
02.04.2020

Accepted
27.05.2020

Mykolaiv
National
Agrarian
University
9, Georgiy
Gongadze Str.,
Mykolaiv,
54020, Ukraine

E-mail:
panfilovaantonina@ukr.net

Gamayunova, V., Panfilova, A. (2020). Effect of fertilization on the accumulation overground mass of spring barley plants. Scientific Horizons, 05 (90), 7–14. doi: 10.33249/2663-2144-2020-90-5-7-14.

The researches results of top spring barley growth depending on varietal characteristics and nutrition are showed. Experimental studies were conducted during 2013–2017 yrs. on the experimental field of the Mykolaiv NAU. Studies have shown that the processes of accumulation of raw aboveground mass by plants of spring barley depended on the fertilizer variant and increased intensively from the phase of plant emergence into the tube before earing. In the Aeneas variety, in the earing phase, an increase in the studied indicator was observed compared to the previous phase of plant development by 726–923 g/m² or by 34.8–35.9 % depending on the way of nutrition.

The accumulation of raw biomass by plants of the variety Aeneas, on average over the years of research, was greater than that of plants of other studied varieties. On average, over they ears of research, in the control of raw biomass of plants variety Aeneas in the phase of plants' yield in the plant stooling has accumulated 896 g/m², the earing phase – 1692 g/m², and phase of full grainy grain – 976 g/m², which is 5,4–6,4; 0,9–1,7 and 1,1–2,2 % which is more compared to the raw mass of plants of the Stalker and Aeneas varieties. The same trend was observed in other variants of the experiment.

The largest amount of raw top mass of Aeneas variety was in the variant of fertilization with N₃₀P₃₀ and the biological preparation Escort-bio - 1543–2695 g/m² depending on the phase of growth and development of plants.

The process of accumulation of dry mass in the planting phase was slow. However, al ready from the phase of the plants' we considered in the tube a significant difference depending on the nutrition of plants and the variety at 40.6–59.8; 43.3–62.2 and 35.4–55.5 %, with the advantage of the option N₃₀P₃₀ + Escort-bio.

Key words: varieties of spring barley, bio- and growth-regulating drugs, raw and dry mass of plants.

ВПЛИВ УДОБРЕННЯ НА НАКОПИЧЕННЯ НАДЗЕМНОЇ МАСИ РОСЛИНАМИ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО

В. В. Гамаюнова, А. В. Панфілова

Миколаївський національний аграрний університет
вул. Георгія Гонгадзе, 9, м. Миколаїв, 54020, Україна

Наведені результати досліджень наростання надземної маси рослин ячменю ярого залежно від сортових особливостей та живлення. Експериментальні дослідження проводили впродовж 2013–2017 рр. на дослідному полі Миколаївського НАУ. Дослідження показали, що процеси накопичення сирової надземної маси рослинами ячменю ярого залежали від варіанту удобрення і посилено наростали від фази виходу рослин у трубку до колосіння. У сорту Еней у фазі колосіння спостерігали зростання

досліджуваного показника порівняно з попередньою фазою розвитку рослин на 726–923 г/м² або на 34,8–35,9 % залежно від варіанту живлення.

Нагромадження сирової біомаси рослинами сорту Еней, в середньому за роки досліджень, було більшим ніж у рослин інших досліджуваних сортів. На контрольному варіанті досліду рослини сорту Еней у фазу виходу рослин у трубку накопичили 896 г/м², фазу колосіння – 1692 г/м², а повної стиглості зерна – 976 г/м², що на 5,4–6,4; 0,9–1,7 та 1,1–2,2 % більше порівняно з сировою масою рослин сортів Сталкер та Адапт. Таку ж тенденцію спостерігали і по інших варіантах досліду.

Найбільшою сира надземна маса рослин сорту Еней була за варіанту сумісного удобрення мінеральними добривами (N₃₀P₃₀) та біопрепаратом Ескорт-біо – 1543–2695 г/м² залежно від фази росту і розвитку рослин.

Процес накопичення сухої речовини у фазу куцїння рослин відбувався повільно. У фазі виходу рослин у трубку простежували збільшення накопичення сухої речовини на 40,6–59,8; 43,3–62,2 та 35,4–55,5 % залежно від живлення рослин та сорту з перевагою варіанту Фон + Ескорт-біо.

Ключові слова: сорти ячменю ярого, біо- та рістрегулюючі препарати, сира і суха маса рослин.

Вступ

Зернова галузь – є значною частиною сільськогосподарського виробництва, що значною мірою визначає економічний розвиток та продовольчу безпеку країни. Вона є базовим сегментом сільського господарства, формуючи продовольчий фонд та резервні запаси, забезпечуючи фуражним зерном, зокрема ячменю ярого, тваринництво, забезпечуючи експорт зерна. Тому збільшення урожайності зернових культур та їх валових зборів є стратегічною метою сільськогосподарських виробників (Gridin, 2018; Kravchenko et al., 2014; Gamayunova et al., 2020).

Ячмінь – важлива продовольча, кормова і технічна культура (Len, 2010; Panfilova et al., 2019). Зерно ячменю ярого є одним із найважливіших і стратегічних продуктів світового сільського господарства, який користується великим попитом. Україна, зокрема зона південного Степу, за рахунок сприятливих погоднокліматичних і ґрунтових умов, може збільшити об'єми продажу ячмінного зерна іншим країнам і отримати від цього немалі кошти.

З огляду на це доцільно найближчими роками значно збільшити виробництво й експорт зерна цієї культури. Але підвищувати валові збори зерна ячменю потрібно не шляхом розширення площ посіву, а завдяки збільшенню врожайності культури. У середньому по Україні урожайність зерна ячменю за останні 8 років зросла з 2,0 до 3,43 т/га. За сприятливих погодних умов вирощування ячменю ярого та застосування розроблених сортових технологій рівень урожайності зерна може досягати 9,0–10,0 т/га (Romaniuk, 2018). Проте у Південному Степу України поки що цей показник є невеликим і коливається залежно від року вирощування в межах 1,8–2,5 т/га. Однією з

основних причин цього є недосконала технологія його виробництва, яка мало враховує особливості вирощування сучасних сортів, зміни клімату, що відбуваються нині, та інші чинники (Zayets & Onufran, 2015).

Велике значення у формуванні урожайності сільськогосподарських культур має накопичення сирової та абсолютно сухої біомаси рослинами (Berdnikova, 2013). Особливо важлива роль надземній масі рослин відводиться на півдні України, де до періоду наливу зерна значна частина листового апарату відмирає. Абсолютні величини приросту надземної маси – це зовнішні показники внутрішніх процесів, які відбуваються в організмі рослин. Тому справедливо за темпами приросту надземної маси судять про вплив того чи іншого фактору на рослину. В значній мірі інтенсивність накопичення рослинами біомаси залежить від рівня мінерального живлення. Застосування високих доз азоту значно збільшує надземну масу зернових, але при цьому знижується врожайність зерна та його білковість. Тому в умовах достатньо зволоженого і нежаркого клімату зернові культури вимагають помірною азотного живлення (Berdnikova, 2013; Panfilova & Mohylnytska, 2019). Надземна маса відіграє важливу роль в житті рослин, адже саме з неї вони мобілізують елементи живлення для свого росту, розвитку, формування врожаю та його якості. Накопичення значної вегетативної маси сприяє формуванню високих і сталих рівнів урожайності вирощуваних культур, у тому числі й ярих зернових. Результатами експериментальних досліджень з різними культурами доведено тісний кореляційний зв'язок між надземною біомасою рослин і рівнем сформованої ними врожайності (Dvoretzkyi et al., 2018).

Запровадження ресурсощадних елементів технології у живленні сільськогосподарських культур, що передбачають внесення помірних доз добрив та на їхньому фоні застосуванні сучасних біопрепаратів для обробки як насіння перед сівбою, так і посівів рослин в основні періоди вегетації, забезпечує підвищення інтенсивності накопичення надземної біомаси рослин та зростання врожаю (*Domaratsky et al.*, 2019; *Veremeenko et al.*, 2020; *Vozhegova & Kryvenko*, 2019; *Orlovsky et al.*, 2019).

Накопичення рослинами надземної біомаси та формування врожаю тісно пов'язане з інтенсивністю поглинання поживних речовин з ґрунту. Наприклад, площа листової поверхні значною мірою залежить від умов мінерального живлення, кількісного та якісного складу елементів живлення, умов вологозабезпечення, густоти стояння рослин тощо (*Zinchenko*, 2001). Низка досліджень, проведених як в умовах півдня України, так і в інших природно-кліматичних зонах, дозволила встановити тісні зв'язки між рівнем урожаю сільськогосподарських культур та фоном мінерального живлення. Це пов'язано з тим, що при формуванні більшого листового апарату рослини значно підвищують інтенсивність фотосинтезу, що обумовлює підсилення процесів споживання поживних речовин і, як наслідок, забезпечує високий рівень урожайності (*Dudkina & Kaplun*, 2010).

Матеріали та методи дослідження

Дослідження з сортами ячменю ярого були проведені впродовж 2013–2017 рр. в умовах Навчально-науково-практичного центру Миколаївського національного аграрного університету за загальноприйнятими методиками (*Tsikov et al.*, 1983; *Dospekhov*, 1985).

Ґрунт – чорнозем південний важкосуглинковий залишково-солонцюватий. У шарі ґрунту 0–30 см міститься гумусу – 3,1–3,3 %, нітратів – 15–25, рухомого фосфору – 41–46, обмінного калію – 389–425 мг/кг ґрунту.

Територія господарства знаходиться в третьому агрокліматичному районі і відноситься до підзони південного Степу України. Клімат тут помірно-континентальний, теплий, посушливий, з нестійким сніговим покривом. Погодні умови за гідротермічними показниками в роки проведення досліджень різнилися, що дало можливість отримати об'єктивні результати. Температура повітря в період вегетації ячменю ярого перевищувала середньобіагаторічні показники на 0,3–1,4 °С залежно від року. Винятком став

2016 р., у якому температура повітря в період вегетації культури становила +14,9 °С, та була дещо меншою від середньобіагаторічних показників. Упродовж вегетації ячменю ярого залежно від року дослідження випало від 95,8 до 189,5 мм опадів.

Схема досліду включала наступні варіанти:

Фактор А – сорт: 1. Адапт; 2. Сталкер; 3. Еней.

Фактор В – удобрення: 1. Контроль, без добрив; 2. N₃₀P₃₀ – фон; 3. Фон, Мочевин К1 дозою 1 л/га; 4. Фон, Мочевин К2 дозою 1 л/га; 5. Фон, Ескорт-біо дозою 0,5 л/га; 6. Фон, Мочевин К1 і Мочевин К2 дозою 0,5 л/га кожного препарату; 7. Фон, Органік Д2 дозою 1 л/га. Мінеральні добрива вносили під час проведення передпосівної культивування, а рістрегулюючі та біопрепарати в період вегетації рослин (початок фази виходу рослин у трубку та фази колосіння).

Результати досліджень та обговорення

У формуванні господарсько-цінної частини врожаю сільськогосподарських культур надземна біомаса має важливе значення. Абсолютні величини приросту надземної маси – це зовнішні показники продукційних процесів, які відбуваються в організмі рослин. Тому за темпами приросту надземної маси можна судити про вплив того чи іншого фактора, зокрема фону живлення, на рослину (*Pysarenko et al.*, 2011).

Наші спостереження показали, що досліджувані варіанти живлення впливали на накопичення сирової маси рослинами в усі періоди їхнього росту і розвитку (табл. 1).

Так, у середньому за 2013–2017 рр., на варіанті без внесення добрив у фазу кушіння рослинами ячменю ярого сорту Адапт було нагромаджено 307 г/м² сирової надземної маси, а сортів Сталкер та Еней відповідно 313 та 304 г/м². Застосування мінеральних добрив в дозі N₃₀P₃₀ забезпечило зростання зазначеного показника залежно від сорту на 10,8–11,1 %.

Застосування позакореневого підживлення рослин ячменю ярого на початку фази виходу у трубку, сприяло збільшенню показників їх сирової надземної маси вже на кінець зазначеного періоду. Так, у середньому за роки досліджень, використання рістрегулюючих та біопрепаратів забезпечило сирову біомасу рослин сорту Адапт на рівні 1607–1816 г/м², сорту Сталкер – 1644–1847 г/м² та сорту Еней – 1630–1889 г/м², що перевищило показники контрольного варіанту досліду відповідно на 47,8–53,8; 48,4–54,1 та 45,0–52,6 %.

Таблиця 1. Вплив удобрення на накопичення сирової надземної маси рослинами (середнє за 2013–2017 рр.), г/м²

Варіант удобрення	Фаза росту і розвитку рослин			
	кущіння	вихід рослин у трубку	колосіння	повна стиглість зерна
Сорт Адапт				
Контроль	307	839	1664	955
<i>N₃₀P₃₀</i> – фон	344	1383	2040	1174
Фон, Мочевин К1		1607	2475	1279
Фон, Мочевин К2		1655	2517	1341
Фон, Ескорт-біо		1816	2678	1491
Фон, Мочевин К1, Мочевин К2		1722	2584	1415
Фон, Органік Д2		1773	2639	1456
Сорт Сталкер				
Контроль	313	848	1677	965
<i>N₃₀P₃₀</i> – фон	351	1436	2057	1198
Фон, Мочевин К1		1644	2506	1327
Фон, Мочевин К2		1679	2548	1378
Фон, Ескорт-біо		1847	2704	1524
Фон, Мочевин К1, Мочевин К2		1761	2601	1457
Фон, Органік Д2		1799	2662	1499
Сорт Еней				
Контроль	304	896	1692	976
<i>N₃₀P₃₀</i> – фон	342	1360	2086	1226
Фон, Мочевин К1		1630	2530	1362
Фон, Мочевин К2		1651	2574	1414
Фон, Ескорт-біо		1889	2737	1581
Фон, Мочевин К1, Мочевин К2		1768	2633	1503
Фон, Органік Д2		1824	2695	1543
НІР _{0,5} 2013: А		12	13	19
В		8	7	6
2014: А		5	5	10
В		3	7	7
2015: А		10	11	9
В		7	8	9
2016: А		15	13	10
В		11	12	8
2017: А		2	6	5
В		7	7	8

Встановлено, що вихід сирової біомаси був найбільшим у фазі колосіння ячменю ярого. Так, в середньому за роки досліджень, проведення повторного підживлення препаратами на початку зазначеної фази росту та розвитку, сприяло збільшенню маси рослин порівняно до контрольного варіанту досліду на 32,8–37,9 % за вирощування сорту Адапт, на 33,1–38,0 – сорту Сталкер, 33,1–38,2 % – сорту Еней. При цьому, слід зазначити що досліджуваний показник збільшувався під дією застосування лише мінеральних добрив, внесених під передпосівну культивування, на 18,4–18,9 % залежно від сорту.

У середньому за роки досліджень, наприкінці вегетації рослин сортів Адапт та Сталкер, у фазу повної стиглості зерна у контрольному варіанті спостерігали зменшення інтенсивності наростання сирової біомаси до 955–965 г/м², що пояснюється природним відмиранням надземної маси рослин. Абсолютна перевага у формуванні сирової біомаси рослинами ячменю ярого сортів Адапт та Сталкер належала варіантам з внесенням мінеральних добрив дозою $N_{30}P_{30}$, застосуванням по цьому фону препарату Ескорт-біо для підживлення посівів у період вегетації. За такого поєднання факторів і варіантів досліджуваний показник залежно від сорту становив 1491–1524 г/м², що на 35,9–36,7 % більше від контрольного варіанту.

Дещо більшою, за аналогічною схемою живлення рослин, була сира надземна маса рослин ячменю ярого сорту Еней. Так, у середньому за роки досліджень, у рослин даного сорту у фазу виходу рослин у трубку накопичилося 1889 г/м² сирової біомаси, фазу колосіння – 2737 г/м², а повної стиглості зерна – 1581 г/м², що на 42–73; 33–59 та 57–90 г/м² або на 2,2–3,9; 1,2–2,2 та 3,6–5,7 % більше порівняно з сировою масою рослин сортів Сталкер та Адапт.

У фазу колосіння за вирощування ячменю ярого сорту Еней спостерігали більш інтенсивне зростання досліджуваного показника порівняно з попередньою фазою розвитку рослин на 31,0–47,0 % залежно від варіанту живлення.

Така ж тенденція щодо нагромадження біомаси рослинами ячменю ярого сорту Еней спостерігалася і у фазі повної стиглості зерна, але показники були дещо нижчими порівняно із фазою колосіння.

Накопичення сухої речовини в рослинах ячменю ярого пов'язане із забезпеченням їх

вологою, елементами живлення та залежить від агротехнічних заходів вирощування. Але за однакових умов вирощування динаміка накопичення сухої речовини визначається індивідуальними особливостями кожного сорту.

Інтенсивність та тривалість накопичення сухої речовини значною мірою залежать від приросту рослин у висоту, їх біологічних особливостей та використання фотосинтетичного потенціалу. З інтенсивністю ростових процесів прискорюється формування асиміляційної поверхні, підсилюється фотосинтетична діяльність рослин, а отже зростає їх потенційна врожайність (Gengel, 1974).

Динаміка накопичення сухої маси рослинами ячменю ярого упродовж їх вегетації була аналогічною накопиченню сирової маси (табл. 2).

Накопичення абсолютно сухої маси, у середньому за роки досліджень, у фазу кушіння відбувалося повільно, а різниця між досліджуваними варіантами удобрення складала 12,1–14,7 % залежно від сорту, що, в першу чергу, забезпечувалося внесенням мінеральних добрив в дозі $N_{30}P_{30}$ під передпосівну культивування. Починаючи з фази виходу рослин у трубку спостерігали істотну різницю залежно від удобрення та сортових особливостей рослин на 50,8–59,8; 52,0–62,2 та 47,5–55,5 % з перевагою варіанту застосування $N_{30}P_{30}$ і Ескорт-біо.

У фазі колосіння нагромадження сухих речовин рослинами ячменю ярого було більшим. Так, у середньому за роки досліджень, за вирощування сорту Еней застосування позакоренових підживлень сприяло зростанню досліджуваного показника на 371–492 г/м² порівняно до контрольного варіанту. Дещо меншою маса сухих речовин була в рослинах сортів Адапт та Сталкер, але спостерігалася перевага варіантів позакоренового підживлення рослин в період вегетації, особливо препаратом Ескорт-біо.

Особливості сорту також мали вплив на нагромадження біомаси рослинами ячменю ярого. Так, в середньому за 2013–2017 рр. та по фактору удобрення, у рослин сорту Еней було більше сухої речовини у фазі виходу рослин у трубку порівняно із іншими досліджуваними сортами на 37–58 г/м², а у фазі колосіння – на 22–44 г/м².

Таблиця 2. Абсолютно суха маса надземної частини рослин ячменю ярого залежно від сорту та удобрення (середнє за 2013–2017 рр.), г/м²

Варіант удобрення	Фаза росту і розвитку рослин		
	кущіння	вихід рослин у трубку	колосіння
Сорт Адапт			
Контроль	65	177	566
<i>N₃₀P₃₀</i> – фон	74	298	706
Фон, Мочевин К1		360	867
Фон, Мочевин К2		371	890
Фон, Ескорт-біо		440	971
Фон, Мочевин К1, Мочевин К2		403	929
Фон, Органік Д2		413	953
Сорт Сталкер			
Контроль	64	160	575
<i>N₃₀P₃₀</i> – фон	75	282	717
Фон, Мочевин К1		333	896
Фон, Мочевин К2		344	916
Фон, Ескорт-біо		423	1002
Фон, Мочевин К1, Мочевин К2		367	945
Фон, Органік Д2		406	979
Сорт Еней			
Контроль	62	210	553
<i>N₃₀P₃₀</i> – фон	71	325	727
Фон, Мочевин К1		400	924
Фон, Мочевин К2		420	947
Фон, Ескорт-біо		472	1045
Фон, Мочевин К1, Мочевин К2		437	982
Фон, Органік Д2		456	1011
НІР _{0,5} 2013: А		13	7
В		9	10
2014: А	16	16	
В	9	9	
2015: А	10	15	
В	9	11	
2016: А	21	9	
В	17	10	
2017: А	24	19	
В	9	13	

Урожайність зерна ячменю ярого також залежала від варіантів удобрення і сорту і, як наслідок, від наростання надземної маси. Так, у середньому за роки досліджень, спостерігалось істотне зростання зернової продуктивності рослин від застосування варіанту фон, Ескорт-біо – 3,25–3,61 т/га залежно від сорту, що перевищило показники контрольного варіанту досліду на 0,69–0,81 т/га або 21,2–22,4 %.

Висновки

1. Добір сортів та оптимізація умов живлення рослин у період вегетації сприяє покращенню основних процесів їх росту і розвитку, що в подальшому позначиться на формуванні зернової продуктивності. Вихід сирової біомаси з 1 м² посіву ячменю ярого був найбільшим порівняно із іншими фазами росту і розвитку рослин у фазі колосіння. Залежно від сорту найбільше значення досліджуваній показник мав у варіанті із внесенням $N_{30}P_{30}$ та підживленням Ескортом-біо – 2678–2737 г/м².

2. Вміст сухої речовини у рослинах ячменю у фазі виходу у трубку збільшувався за рахунок проведених підживлень в період вегетації. За вирощування сорту Адапт різниця між варіантами досліду склала 40,6–59,8 %, сорту Сталкер – 43,3–62,2 %, сорту Еней – 35,4–55,6 %.

3. Нагромадження сухої маси рослин відбувалося до фази колосіння. При цьому, найбільші значення досліджуваного показника були відмічені за вирощування ячменю ярого сорту Еней по варіанту внесення $N_{30}P_{30}$ і проведення підживлення Ескортом-біо – 1045 г/м².

4. У середньому за роки досліджень, урожайність зерна ячменю ярого була найбільшою у варіанті за вирощування його на фоні внесення помірної дози мінеральних добрив та підживлення посівів препаратом Ескорт-біо – 3,25–3,61 т/га залежно від сорту.

References

Berdnikova, O. H. (2013). Vplyv mineralnykh dobryv ta zroshennia na dynamiku rostovykh protsesiv roslyn sortiv pshenytsi ozymoi v umovakh Pivdnia Ukrainy [Influence of mineral fertilizers and irrigation on the dynamics of plant growth processes of winter wheat varieties in the conditions the South of Ukraine]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*, 85, 9–13 [in Ukrainian].

Domaratskyi, Ye. O., Bazalii, V. V. &

Domaratskyi, O. O. (2019). Produktivnist ripaku ozymoho zalezno vid azotnoho zhyvlennia ta ristrehuliuiuchykh preparativ za umov klimatychnykh zmin [The productivity of winter rape depending on nitrogen nutrition and growth regulating fertilizers under climate change conditions]. *Visnyk ahraryi nauky Prychornomoria*, 1 (101), 53–62 [in Ukrainian]. doi: 10.31521/2313-092X/2019-1(101)-8.

Dospekhov, B. A. (1985). Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy) [Technique experienced case]. (5-e izd.). Moskva : Agropromizdat [in Russian].

Dudkina, O. & Kaplun, A. (2010). Urozhai formuie lystia [The crop forms the leaves]. *Propozytsiia*, 6, 80–82 [in Ukrainian].

Dvoretzkyi, V. F., Hamaiunova, V. V. & Sydiakina, O. V. (2018). Vplyv fonu zhyvlennia ta peredposivnoho obroblennia nasinnia na nakopychennia nadzemnoi biomasy pshenytsi yaroi na Pivdni Ukrainy [Influence of the background of nutrition and pre-sowing processing of seeds on the accumulation top biomass spring wheat in the South of Ukraine]. *Innovatsiini tekhnolohii v roslynnytstvi : materialy nauk. internet-konf.*, 15 trav. 2018 r. (pp. 67–69). Kamianets–Podilskyi [in Ukrainian].

Gengel, P. A. (1974). Fiziologiya rastenyi [Physiology of plants]. Moskva : Prosveshcheniye [in Russian].

Gridin, O. V. (2018). Suchasnyi stan ta tendentsii rozvytku sfer vyrobnytstva, pererobky ta realizatsii zerna: ukraïnskyi ta zahalnosvitovyi kontekst [Current status and development trends in the spheres of production, processing and marketing of grain: Ukrainian and global context]. *Ekonomika ta upravlinnia natsionalnym hospodarstvom*, 3 (14), 60–68 [in Ukrainian].

Hamaiunova, V. V., Panfilova, A. V., Baklanova, T. V., Kuvshynova, A. O., Kasatkina, T. O. & Nahirnyi, V. V. (2020). Zbilshennia zernovyrobnytstva v zoni Stepu Ukrainy za rakhunok vyroshchuvannia yachmeniu ta optymizatsii yoho zhyvlennia [The increase of grain production in Ukrainian Steppe area by means of barley cultivation and its nutrition optimisation]. *Naukovi horyzonty*, 2 (87), 15–23 [in Ukrainian]. doi: 10.33249/2663-2144-2020-87-02-15-23.

Kravchenko, K. M., Davydochuk, M. I. & Kravchenko, O. V. (2014). Efektyvnist pidzhyvlennia zernovykh kultur azotnymi mineralnymi dobryvamy yak zakhodu pokrashchennia yakosti produktsii.

[Efficiency of top dressing of grain crops by nitric mineral fertilizers as a measure of improvement of quality of production]. *Naukovi pratsi. Ekolohiia*, 232 (220), 43-45 [in Ukrainian].

Len, O. I. (2010). Zabezpechenist roslyn yachmeniu yarohto osnovnymy elementamy zhyvlennia zalezno vid variantiv udobrennia [Provision of spring barley plants with elements of nutrition depending on fertilizer variations]. *Visnyk Poltavskoi derzh. ahrar. akademii*, 4, 182–185 [in Ukrainian].

Orlovskiy, M. Y., Tymoshchuk, T. M., Konopchuk, O. V., Voitsekhivskiy, V. I. & Didur, I. M. (2019). Vplyv elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia na produktyvnist pshenytsi ozymoi v umovakh Zakhidnoho Polissia Ukrainy [The effect of growth technology features on the productivity of winter wheat in the context of Ukrainian Western Polissia]. *Naukovi horyzonty*, 11 (84), 77–85 [in Ukrainian]. doi: <http://dx.doi.org/10.33249/2663-2144-2019-84-11-77-857>.

Panfilova, A. & Mohylnytska, A. (2019). The impact of nutrition optimization on crop yield of winter wheat varieties (*Triticum aestivum* L.) and modeling of regularities of its dependence on structure indicators. *Agriculture & Forestry*, 65 (3), 157-171. doi: 10.17707/AgricultForest.65.3.13.

Panfilova, A., Korkhova, M., Gamayunova, V., Fedorchuk, M., Drobitko, A., Nikonchuk, N. & Kovalenko, O. (2019). Formation of photosynthetic and grain yield of spring barley (*Hordeum vulgare* L.) depend on varietal characteristics and plant growth regulators. *Agronomy Research*, 17 (2), 608–620. doi: <https://doi.org/10.15159/ar.19.099>.

Pysarenko, P. V., Kokovikhin, S. V. & Hrabovskiy, P. V. (2011). Vplyv umov volohozabezpechennia ta fonu mineralnoho zhyvlennia na dynamiku nakopychennia syroi masy ta sukhoi rechovyny roslynamy pshenytsi tverdoi ozymoi [Influence of humidity conditions and background of mineral nutrition on dynamics of accumulation of raw mass and dry matter by hard wheat plants of winter]. *Zroshuvane zemlerobstvo*, 55, 70–78 [in Ukrainian].

Romaniuk, V. I. (2018). Formuvannia vysoko-produktyvnykh posiviv yachmeniu yarohto zalezno vid faktoriv intensyfikatsii v umovakh Lisostepu Pravoberezhnoho [Formation of highly productive crops of summer barley depending on doses of nitric fertilizers and regulators of growth in conditions of Forest-steppe Right-bank]. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 9 (786), 79–84 [in Ukrainian]. doi: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201809-12>.

Tsikova, V. S. & Pikusha, G. R. (Eds.). (1983). Metodicheskiye rekomendatsii po provedeniyu polevykh opytov s zernovymi. zernobobovymi i kormovymi kulturami [Guidelines for conducting field experiments with cereals, leguminous and fodder crops]. Dnepropetrovsk [in Ukrainian].

Veremeienko, S. I., Tkachuk, S. O. & Trusheva, S. S. (2020). Vplyv mikrodozov ta rehulatoriv rostu roslyn na vrozhaunist ta yakist zerna yachmeniu yarohto [The influence of microfertilizers and plant growth regulators on the yield and grain quality of spring barley]. *Naukovi horyzonty*, 1 (86), 14–21 [in Ukrainian]. doi: <https://doi.org/10.33249/2663-2144-2020-86-1-14-21>.

Vozhehova, R. A. & Kryvenko, A. I. (2019). Vplyv biopreparativ na produktyvnist pshenytsi ozymoi ta ekonomichno-enerhetychnu efektyvnist tekhnolohii yii vyroshchuvannia v umovakh Pivdnia Ukrainy [The impact of biological products on winter wheat productivity and economic and energy efficiency of the technology of its cultivation in conditions of the Southern Ukraine]. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomia*, 1 (101), 39–46 [in Ukrainian]. doi: 10.31521/2313-092X/2019-1(101)-6.

Zaiets, S. & Onufrin, O. (2015). Osoblyvosti vyroshchuvannia yachmeniu yarohto na Pivdni [Features of cultivation of spring barley in the South]. *Propozyttsiia* [in Ukrainian]. Retrieved from <https://propozyttsiya.com/ua/osoblyvosti-vyroshchuvannya-yachmenyu-yarogona-pivdni>.

Zinchenko, O. I. (2001). Roslynnystvo [Plant growing]. Kyiv : Ahrarna osvita [in Ukrainian].