

УДК 633.16:631.55:632.11
© 2011

*Шкурко В. С., здобувач**
Полтавська державна аграрна академія

ВПЛИВ ПОГОДНИХ УМОВ НА ВРОЖАЙНІСТЬ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО І МОЖЛИВОСТІ ПРОГНОЗУВАННЯ ВРОЖАЇВ

Рецензент – кандидат сільськогосподарських наук М. М. Маренич

Проаналізовано вплив погодних факторів на формування врожайності ячменю ярого на основі узгальнення метеорологічних спостережень і статистичних даних. Використовуючи методи парної й множинної регресії, зроблена спроба встановити закономірності залежності врожайності від зазначених факторів. Встановлено, що за допомогою регресійних моделей можна з досить високою ймовірністю прогнозувати можливу врожайність ячменю ярого. Результати аналізу багаторічних даних свідчать, що критичними факторами для формування врожайності ячменю ярого є кількість днів із температурами нижче 0 °С у квітні ($r = -0,26$), кількості опадів березня ($r = 0,21$), квітня ($r = 0,39$), травня ($r = 0,35$), червня ($r = 0,14$). Рівняння врожайності мають значну мінливість у залежності від умов конкретного року. Характерною особливістю виявилось, що між коефіцієнтом варіації врожайності й самою врожайністю існує зворотна кореляція ($r = -0,67$).

Ключові слова: ячмінь ярий, урожайність, варіація врожайності, коефіцієнт кореляції, прогнозування.

Постановка проблеми. Динамічний розвиток пивоварної промисловості України потребує надійного забезпечення підприємств вітчизняною сировиною високої якості. Проте досягти цього повністю до сьогоднішнього дня не вдається. Основними причинами цього є вплив кліматичних факторів, передбачити зміну яких в умовах нинішньої кліматичної ситуації надзвичайно важко, та невідповідність технологій вирощування сучасним вимогам і відсутність адаптивних технологій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, у яких започатковано розв'язання проблеми. Ячмінь ярий є досить пластичною культурою. Для його розвитку потрібно відносно небагато тепла – сума біологічно активних температур протягом усього періоду вегетації складає 1250–1450 °С [9], хоча, наприклад, для розвитку пивоварних сортів, за даними окремих вчених, необхідна сума активних температур близько 2000 °С [7]. До того ж слід вказати, що в усі періоди роз-

витку ячмінь може постраждати від дії високих температур. Особливо згубна дія цього фактора відмічається в період виходу в трубку – формування зерна [9]. Встановлено, що підвищення температури в період наливу зерна на 1 °С вище середньої призводить до зменшення врожайності на 4,1–5,7 % [11].

Сходи ячменю можуть витримувати заморозки до -3...-8 °С, однак на більш пізніх фазах температури нижче 0 °С для посівів є критичними, а тривалий вплив мінусових температур, як правило, є згубним для надземних органів [1]. Настання ж заморозків під час цвітіння ячменю може мати ще гірші наслідки [3, 5].

Таким чином, температурний фактор – надзвичайно важливий для формування врожаю ячменю ярого, а отже, його кількісні прояви необхідно враховувати для моделювання прогнозованої діяльності.

Ячмінь досить вимогливий до забезпечення вологою; оптимальним для нього є безперервне надходження води, однак найкритичнішими є періоди кушіння – виходу в трубку та кінець виходу в трубку – колосіння [6]. Оподи в травні сприяють розвитку листової поверхні [4], нестача вологи у фазі молочного стану призводить до неповноцінного наливу зерна, його шуплості внаслідок відмирання вегетативних органів рослин [1, 2]. Надлишок вологи також негативно позначається на врожайності ячменю. Зокрема надлишок ґрунтової призводить до недостатнього забезпечення коренів киснем, незадовільного утворення кореневих волосків, зменшення інтенсивності дихання. Внаслідок цього погіршуються процеси формування зерна [8].

Параметри агропотенціалів для ячменю ярого визначаються в більшій мірі добривами, а не попередниками [10].

Таким чином, ячмінь, незважаючи на його невибагливість, має певні особливі вимоги до умов вирощування, що тільки посилюються, коли мова йде про отримання зерна пивоварного напрямку.

* Керівник – доктор сільськогосподарських наук, професор Г. П. Жемела

Мета і завдання досліджень. Метою досліджень було на основі багаторічних даних встановити величину впливу температур і опадів вегетаційного періоду на рівень врожайності ячменю ярого. Для цього було поставлено завдання: систематизувати погодні фактори за роки досліджень відповідно до біологічних властивостей культури; провести аналіз урожайності ячменю; сформулювати математичні рівняння залежності врожайності від зазначених факторів; перевірити істотність зв'язку прогнозованої урожайності з реальною.

Матеріал і методика досліджень. Матеріалом для досліджень стали результати метеорологічних спостережень та показники врожайності ячменю ярого, отримані з даних Держкомстатистики України. Аналіз впливу погодних умов на врожайність культури проводився методом парної і множинної (стандартної та покрової) регресії.

Результати досліджень. Результати аналізу багаторічних даних свідчать, що критичними факторами для формування врожаїв ячменю ярого є кількість днів із температурами нижче 0 °С у квітні ($r = -0,26$), кількість опадів березня ($r = 0,21$), квітня ($r = 0,39$), травня ($r = 0,35$), червня ($r = 0,14$). Таким чином, коефіцієнти кореляції вказують на середню та слабку залежність урожайності від зазначених факторів, однак рівень значущості ($p < 0,01$) свідчить про істотність їхнього впливу.

Відповідно до встановлених закономірностей, рівняння урожайності були записані у наступному вигляді:

$$Y = 2,47 - 0,043 D_{IVt<0}; \quad (1)$$

$$Y = 1,72 - 0,033 D_{IVt<} + 0,0039 O_{IV} + 0,050 O_V + 0,002 O_{VII} \quad (2)$$

$$Y = 1,75 - 0,004 O_{IV} + 0,005 O_V - 0,036 D_{IVt<} + 0,0024 O_{VII} \quad (3)$$

$$Y = 1,73 + 0,007 O_{IV} + 0,006 O_V \quad (4)$$

де: Y – урожайність ячменю ярого, т/га;

$D_{IVt<}$ – кількість днів квітня з температурою нижче 0;

O_{IV} – опади квітня, мм;

O_V – опади травня, мм;

O_{VII} – опади липня, мм.

Відразу ж зауважимо, що встановлені закономірності справедливі для прогнозування середньої врожайності по Україні в цілому. Для кожної ж зони їх необхідно коригувати, використовуючи дані спостережень за цими й іншими факторами на конкретній території.

Рівняння врожайності мають значну мінливість у залежності від умов конкретного року, що обумовлюється їх значною різноманітністю і поєднанням факторів. Однак встановлено ряд

рівнянь, які можуть використовуватися для прогнозування врожайності незалежно від умов року вирощування. Таким чином, є визначення можливої врожайності за кількістю днів квітня з температурою нижче нуля (1). Коефіцієнт кореляції між прогнозованою за цим рівнянням і реальною врожайністю за роками становить 0,70. Ще тіснішу кореляцію мають результати обчислень за рівняннями 2–4: $r = 0,72 \dots 0,74$.

Якщо вирахувати середню врожайність за прогнозованими показниками, то коефіцієнти кореляції реальної врожайності з отриманою величиною складе 0,75. Тобто, між значеннями існує сильна пряма кореляція, що дає можливість із досить високою ефективністю використовувати зазначену методику.

Статистичний аналіз показників врожайності за роки досліджень характеризував її як високо мінливу ознаку. Найменший коефіцієнт варіації ($V\% = 12,4$) спостерігався у 2008 році, а найбільший – у 2007 році ($V = 35,7\%$). В інші роки коефіцієнти варіації знаходилися в зазначених межах. На нашу думку, це свідчить про існуючі резерви і необхідність розробки заходів, спрямованих на стабілізацію урожайності ячменю ярого.

Якщо проаналізувати показники урожайності в розрізі областей, то протягом досліджуваного періоду встановлено, що найстабільніші врожаї ячменю ярого отримують у Волинській, Івано-Франківській і Львівській областях – коефіцієнти варіації становили, відповідно, 5,92; 8,59 і 7,81 %.

Характерною особливістю виявилось, що між коефіцієнтом варіації врожайності й самою врожайністю існує зворотна кореляція ($r = -0,67$).

Сприятливі умови для цієї культури мають Житомирська, Закарпатська, Київська, Рівненська, Сумська, Тернопільська, Хмельницька, Чернівецька і Чернігівська області. В цих регіонах відмічено коефіцієнт варіації врожайності в межах 10...18 %, однак рівень врожайності, не зважаючи на її стабільність, має істотні резерви для підвищення. Особливо низький рівень врожайності, який не перевищив 2 т/га за період 2008–2009 рр., відмічено в Херсонській, Донецькій, Запорізькій, Луганській областях і АР Крим. Коефіцієнти варіації врожайності у цих регіонах знаходилися в межах 24...40,4 %.

Якщо проаналізувати рівень врожайності і валові збори, то за валовими зборами найбільшу кількість зерна отримують у Дніпропетровській, Полтавській і Кіровоградській областях, а найбільшу врожайність – у Київській, Черкаській та Івано-Франківській. Таким чином, спостерігається тенденція до збільшення валу за рахунок розширення

посівних площ, а це передусім свідчить, на нашу думку, про екстенсивний шлях вирощування ячменю ярого. У прогнозуванні валових зборів може допомогти оцінка залежності валового збору зерна від урожайності (табл. 1). Значення коефіцієнтів кореляції між врожайністю та валовими зборами переконливо свідчить про можливість досить ефективного передбачення валових зборів зерна ячменю за показником врожайності. У підзоні достатнього зволоження Лісостепу факторами, за якими можна прогнозувати врожайність ячменю ярого, виступають температурний режим практично всього періоду вегетації та опади квітня. Характерно, що температури березня поряд з опадами мають позитивний вплив на формування врожайності, а в липні (коли завершуються процеси дозрівання зерна) негативного впливу завдають високі температури. Неприятливими для отримання високих урожаїв є також кількість днів із температурами нижче 0 °С. Рівняння, за якими можна здійснювати прогнозування врожайності, подано в табл. 2.

1. Коефіцієнти кореляції між урожайністю ячменю ярого та валовими зборами

Область	r
Харківська	0,95
АР Крим	0,94
Полтавська	0,93
Хмельницька	0,91
Херсонська	0,88
Дніпропетровська	0,87
Тернопільська	0,87
Запорізька	0,86
Донецька	0,85
Рівненська	0,84
Вінницька	0,83
Львівська	0,78
Сумська	0,78
Житомирська	0,77
Кіровоградська	0,76
Черкаська	0,75

2. Коефіцієнти кореляції між прогнозованою і реальною врожайністю ячменю ярого

Рівняння	r
Лісостеп (підзона достатнього зволоження)	
$Y = 4,04 + 0,102 t_{\min III} - 0,124 t_{\min VII} + 0,0033 O_{VII}$	0,71
$Y = 3,78 - 0,14 t_{\min V} + 0,0026 O_{IV} - 0,103 t_{\min VII} - 0,087 D_{t < 0^{\circ}C IV} + 0,072 t_{\min III}$	0,82
$Y = 3,33 + 0,05 t_{\min III} - 0,11 t_{\min V} + 0,0032 O_{IV}$	0,83
Підзона нестійкого зволоження	
$Y = 4,81 - t_{\min V}$	0,82
$Y = 5,56 - 0,149 t_{\max V}$	0,80
$Y = 4,397 - 0,083 t_{\min VI}$	0,80
$Y = 4,96 - 0,132 t_{\min V} + 0,073 t_{\min IV} + 0,096 t_{\min III} - 0,123 t_{\min VI}$	0,88
Підзона недостатнього зволоження	
$Y = 5,79 - 0,335 t_{\min V}$	0,90
$Y = 6,35 - 0,186 t_{\max V}$	0,85
$Y = 1,67 + 0,014 O_V$	0,76
$Y = 5,77 + 0,65 t_{\min IV} + 1,41 t_{\min V} + 0,465 t_{\max III} - 1,057 t_{\max V}$	0,73
$Y = 6,42 - 0,188 t_{\max V} + 0,0125 O_{IV}$	0,91
Полісся	
$Y = 3,16 + 0,086 t_{\max IV} - 0,0063 O_{III} + 0,0046 O_{IV}$	0,85
$Y = 2,73 + 0,084 t_{\max IV} + 0,0041 O_{IV} - 0,0051 X_3 - 0,035 t_{\max V} + 0,046 t_{\min III}$	0,85
$Y = 0,79 + 0,113 t_{\max IV} - 0,0049 O_{III} + 0,0063 O_{IV}$	0,90
Степ північний	
$Y = 6,01 - 0,38 t_{\min V}$	0,91
$Y = 6,34 - 0,195 t_{\max V}$	0,85
$Y = 6,75 - 0,24 t_{\min V} + 0,0026 O_{VII}$	0,92
$Y = 7,45 - 0,25 t_{\min V} + 0,0022 O_{VII} + 0,0067 t_{\min IV}$	0,93
Степ південний	
$Y = 6,55 - 0,443 t_{\min V}$	0,88
$Y = 6,097 - 0,194 t_{\max V}$	0,91
$Y = 4,83 - 0,108 t_{\max V} + 0,0124 O_{III}$	0,80

У підзоні нестійкого зволоження можливо прогнозувати врожайність за рівняннями простої регресії, що містять (як змінні) температури травня і червня. На відміну від попередньої підзони, для даної характерний більш негативний вплив цих факторів. Коефіцієнти кореляції між розрахованою за рівнянням регресії урожайністю й фактичною знаходяться в межах 0,80...0,88.

Для підзони недостатнього зволоження кількість рівнянь значно більша. Факторами, які лімітують врожайність, є високі температури березня, квітня і травня. Причому, якщо в березні й квітні цей вплив є позитивним, то в травні його дія негативна.

У зоні Полісся несприятливим фактором можуть стати опади березня, негативний вплив яких, швидше за все, пов'язаний із запізненням строків сівби.

Високі значення коефіцієнтів регресії свідчать

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Аниканова З. Ф. Выращивание пивоваренного ячменя / З. Ф. Аниканова, Э. Д. Неттевич, Л. М. Романова. – М.: Колос, 1981. – 207 с.
2. Борисоник З. Б. Ячмень яровой / Борисоник З. Б. – М.: Колос, 1974. – 79 с.
3. Грязнов А. А. Ячмень карабалыкский / А. А. Грязнов. – Кустанай: Кустанайский печатный двор, 1996. – 448 с.
4. Замараев А. Г., Баринов А. И., Чаповская Г. В. Водный режим почвы и формирование урожая ячменя при разном уровне минерального питания / А. Г. Замараев, А. И. Баринов, Г. В. Чаповская – Доклад ТСХА, 1972. – Вып. 182. – С. 49–54.
5. Изменчивость элементов продуктивности у ярового ячменя под воздействием заморозков / Е. Н. Алексеева, А. И. Коровин, М. В. Лукьянова [и др.] // Труды по прикл. бот., ген. и сел. – Л.: 1981. – Т. 71. – Вып. 1. – С. 126–130.
6. Лихочвор В. В. Ячмінь: [Монографія] / В. В. Лихочвор, Р. Р. Проць. – Новаційний центр Львівсь-

кого держ. аграрн. ун-ту. – Львів: НВФ Українські технології, 2003. – 88 с.

про значний негативний вплив на формування врожайності ячменю ярого високих температур травня. Коефіцієнти кореляції між прогнозованою і фактичною врожайністю знаходяться в межах 0,80...0,91.

Висновки. Таким чином, найважливішими кліматичними факторами, що впливають на врожайність ячменю ярого й які слід використовувати для прогнозування врожайності, є весняно-літні опади і кількість днів квітня з температурами нижче 0 °С.

Проведені дослідження дали змогу встановити рівняння прогнозування врожайності за метеорологічними спостереженнями. Враховуючи встановлені закономірності, можна стверджувати, що детальніша оцінка факторів може істотно підвищити точність пропонованого нами методу, а сам він має перспективи у використанні для формування галузевої політики.

кого держ. аграрн. ун-ту. – Львів: НВФ Українські технології, 2003. – 88 с.

7. Неттевич Э. Д. Выращивание пивоваренного ячменя / Э. Д. Неттевич, З. Ф. Аниканова, Л. М. Романова. – М.: Колос, 1981. – 206 с.

8. Овчаров К. Е. Физиология формирования и прорастания семян / Овчаров К. Е. – М.: Колос, 1976. – 257 с.

9. Панников В. Д. Почва, климат, удобрение и урожай / В. Д. Панников, В. Г. Минеев. – М.: Колос, 1977. – 416 с.

10. Полупан М. І. Ресурсний потенціал продуктивності ґрунтового покриву Степу Північного // М. І. Полупан, В. Б. Соловей, В. А. Величко [та ін.] // Вісник аграрної науки. – 2009. – №12. – С. 12–19.

11. Schelling K. Relationships between yield and quality parameters of malting barley and phonological and metrological data / K. Schelling, K. Born, C. Weissteiner // J. Aron. And Crop Sci. – 2003. – 189, №2. – P. 113–122.