

Модели погодных условий и агротехнических приёмов возделывания для формирования высокостекловидного зерна яровой мягкой пшеницы в центральной зоне Оренбургской области

Г.Н. Сандакова, к.т.н., А.Г. Крючков, д.с.-х.н., профессор, Оренбургский НИИСХ

Оренбургская область специализируется на производстве яровой сильной пшеницы, обладающей высокими технологическими и пищевыми достоинствами, площади посева которой с 1976 по 2002 г. составляли свыше 1 млн га. Современное состояние производства в области характеризуется сокращением посевных площадей данной культуры и снижением качества. Так, по данным ФГБУ «Оренбургский референтный центр Россельхознадзора», в 2012 г. посевные площади сильной пшеницы сократились до 313 тыс. га, т.е. в 3 раза, за 40 лет (1966–2006 гг.), натура мягкой пшеницы снизилась на 18 г/л, стекловидность — на 24%, клейковина — на 6% [1].

Стекловидность зерна — один из основных показателей ГОСТа Р 52554–2006 [2], по которому очень часто снижается цена реализации мягкой пшеницы. Это самый неустойчивый показатель качества в Оренбургской области, более половины партий (54%) зерна мягкой пшеницы имеют стекловидность ниже 60% (3-й класс). Поэтому главной задачей сельхозпроизводителей области является наращивание производства сильной пшеницы и улучшение её качества.

В связи с этим выявление роли климатических факторов и агротехнических приёмов в формировании зерна яровой мягкой пшеницы с высокой стекловидностью (60% и более), их совместного влияния на данный показатель качества, а также разработка математических моделей «погода — стекловидность зерна» в зависимости от агротехнических приёмов возделывания в условиях Оренбургской области приобретает особую важность. Работ по моделированию показателей качества,

в частности стекловидности, в связи с погодными условиями и агротехническими приёмами немного, а в Оренбургской области их практически нет [3–6].

Материал и методы. Для исследований были использованы материалы Государственной хлебной инспекции по Оренбургской области по обследованию качества зерна яровой мягкой пшеницы сильного сорта Саратовская 42 за 1966–2006 гг., материалы гидрометеостанций (АГМС г. Оренбурга и «Чебеньки») за период май — август 1966–2006 гг. (с 2007 г. обследования зерна Государственной хлебной инспекцией не проводятся) и данные полевого опыта по технологии выращивания яровой мягкой пшеницы, проведённого в 1982–1985 гг. на базе ОПХ «Урожайное» Оренбургского НИИСХ. Условия вегетации яровой мягкой пшеницы соответствовали засушливому типу степной зоны.

Поиск связей стекловидности зерна с агрометеорологическими факторами и агротехническими приёмами возделывания яровой мягкой пшеницы, разработка моделей (регрессионных) осуществлены методом нелинейного корреляционно-регрессионного и множественного регрессионного анализов на ПЭВМ с помощью прикладных программ Excel, Statistika.

Результаты исследований. Были получены математические модели «погода — стекловидность зерна мягкой пшеницы», научно обоснованы параметры погодных факторов для формирования высокой стекловидности за период вегетации яровой мягкой пшеницы в Оренбургской области. Результаты моделированных связей стекловидности зерна с погодными факторами в разрезе месяцев вегетационного периода представлены графически (рис.).

На основании полученных уравнений и их графического анализа были сделаны следующие выводы:

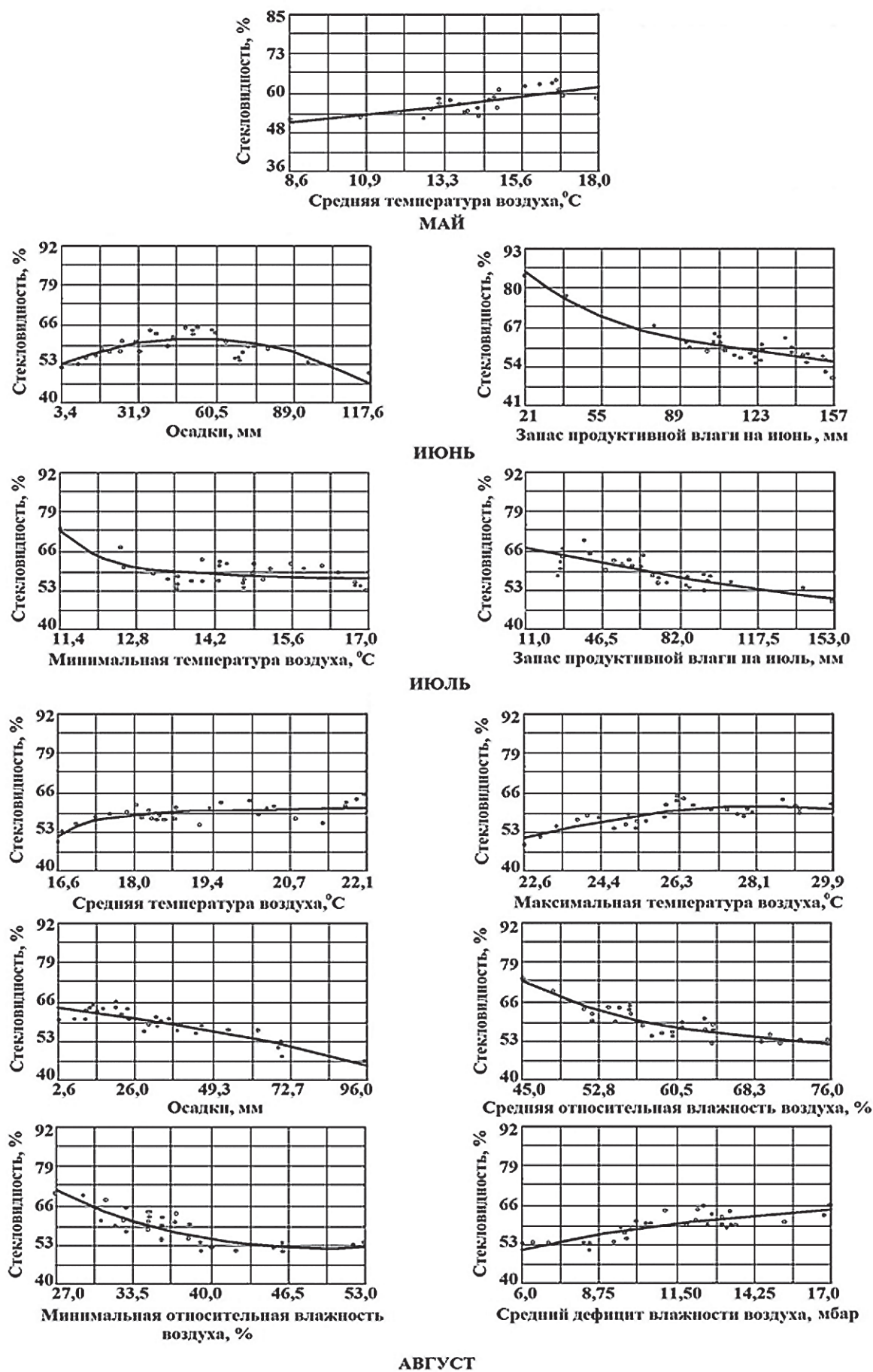


Рис. – Зависимость стекловидности зерна яровой мягкой пшеницы от погодных условий в центральной зоне Оренбургской области (1966 – 2006 гг.)

— в мае формированию высокостекловидного зерна яровой мягкой пшеницы способствует повышенный температурный режим, средняя температура воздуха не менее 16,0°C;

— в июне сумма осадков не более 78 мм (оптимальная — 52 мм), запас продуктивной влаги на июнь не более 112 мм, увеличение его на 1 мм приводит к снижению стекловидности на 0,14%;

— в июле минимальная температура воздуха 13,0°C и менее, запас продуктивной влаги на июль не более 65,0 мм, увеличение его на 1 мм приводит к снижению стекловидности на 0,10%;

— в августе — повышенный температурный режим: средняя температура воздуха не менее 18,0°C, максимальная — не менее 25,0°C; средняя относительная влажность воздуха не более 58%, минимальная — не более 35%; средний дефицит влажности воздуха не менее 11 мбар; сумма осадков — не более 35 мм, увеличение осадков на 10 мм приводит к снижению стекловидности на 1,38%;

— в июле — августе (среднее) максимальная температура воздуха в пределах 26–29°C (оптимальная — 27,5°C), сумма осадков не более 100 мм

(оптимальная — 58 мм), средняя относительная влажность воздуха не более 62%;

— в мае — августе (среднее) сумма осадков не более 186 мм (оптимум 131 мм), средняя относительная влажность воздуха не более 60%, минимальная — не менее 37%, ГТК — не более 0,84 ед. (оптимальный — 0,56 ед.);

— за период посев — полная спелость зерно яровой мягкой пшеницы с высокой стекловидностью 97–99% формируется при повышенном температурном режиме воздуха — средней температуре 21,8°C, максимальной — 29,4, минимальной — 14,5°C; меньшей сумме запасов продуктивной влаги к севу и осадков за период посев — полная спелость — 212 мм и меньшей продолжительности периода вегетации — 83 дня.

Было установлено, что на формирование высокой стекловидности (60% и более) зерна оказывают совместное влияние погодные и агротехнические условия. Из трёх технологических приёмов (сроки сева, фоны удобрений и нормы высева) на стекловидность оказывают влияние сроки сева и фоны удобрений, нормы высева статистически не значимы.

1. Зависимость стекловидности яровой мягкой пшеницы от совместного действия погодных факторов и разных сроков сева в период молочная — восковая спелость в центральной зоне Оренбургской области

Независимая переменная (погодные и абиотические факторы)	Коэф- фициент регрессии	Стандартная ошибка	T– значение	Уровень значимости	β – коэффи- циент
Первый срок сева					
Свободный член	–1,982	12,503	–2,159	0,000	–
Сумма осадков, мм (x_1)	–0,280	0,027	–10,426	0,000	–0,580
Средняя относительная влажность воздуха, % (x_2)	1,081	0,159	6,789	0,000	0,697
Средний дефицит влажности воздуха, мбар (x_3)	2,616	0,242	10,824	0,000	1,008
Первый срок сева (x_4)	–5,284	0,706	–7,489	0,000	–0,247
Для полной регрессии: стандартная ошибка оценки = 4,382%; $R^2 = 0,816$; $F_{\text{отношение}} = 206,94$; $F_{\text{теор. } 0,05} = 2,42$					
Второй срок сева					
Свободный член	–34,199	13,080	–2,615	0,000	–
Сумма осадков, мм (x_1)	–0,333	0,030	–10,945	0,000	–0,689
Средняя относительная влажность воздуха, % (x_2)	1,507	0,168	8,984	0,000	0,971
Средний дефицит влажности воздуха, мбар (x_3)	2,964	0,258	11,501	0,000	1,142
Второй срок сева (x_4)	3,177	0,763	4,164	0,000	0,149
Для полной регрессии: стандартная ошибка оценки = 4,780%; $R^2 = 0,781$; $F_{\text{отношение}} = 166,51$; $F_{\text{теор. } 0,05} = 2,42$					
Третий срок сева					
Свободный член	–16,795	14,179	–2,184	0,020	–
Сумма осадков, мм (x_1)	–0,265	0,032	–8,190	0,000	–0,548
Средняя относительная влажность воздуха, % (x_2)	1,218	0,187	6,517	0,000	0,785
Средний дефицит влажности воздуха, мбар (x_3)	2,865	0,269	10,646	0,000	1,103
Третий срок сева (x_4)	2,312	0,857	2,696	0,007	0,108
Для полной регрессии: стандартная ошибка оценки = 4,902%; $R^2 = 0,769$; $F_{\text{отношение}} = 155,99$; $F_{\text{теор. } 0,05} = 2,42$					

2. Зависимость стекловидности яровой мягкой пшеницы от совместного действия погодных факторов и разных доз удобрений в период молочная – восковая спелость в центральной зоне Оренбургской области

Независимая переменная (погодные и абиотические факторы)		Коэффициент регрессии	Стандартная ошибка	T– значение	Уровень значимости	β – коэф- фициент
Контроль – без удобрений						
Свободный член		–8,777	14,725	–2,308	0,000	–
Температура воздуха, °C	средняя (x_1)	9,667	2,142	4,513	0,000	–2,486
	минимальная (x_2)	–4,517	1,895	–2,384	0,000	–1,580
Относительная влажность воздуха, %	средняя (x_3)	2,686	0,322	8,335	0,018	1,733
	минимальная (x_4)	–2,713	0,431	–6,288	0,000	–1,868
Скорость ветра, м/сек (x_5)		–4,312	0,789	–5,468		–0,305
Контроль (без удобрений) (x_6)		–1,127	0,803	–2,404	0,016	–0,048
Для полной регрессии: стандартная ошибка оценки = 4,792% $R^2 = 0,782$; $F_{\text{отношение}} = 110,06$, $F_{\text{теор. } 0,05} = 2,14$						
Доза удобрений $N_{40}P_{40}K_{40}$ не оказывает существенного влияния на стекловидность, уравнения статически не значимы						
Доза удобрений $N_{80}P_{80}K_{40}$						
Свободный член		–7,633	14,295	–2,534	0,000	–
Температура воздуха, °C	средняя (x_1)	9,568	2,070	4,622	0,000	–2,461
	минимальная (x_2)	–6,057	1,900	–3,188	0,001	–2,119
Продолжение таблицы 2						
Относительная влажность воздуха, %	средняя (x_3)	3,067	0,335	9,161	0,000	1,978
	минимальная (x_4)	–2,792	0,418	–6,680	0,001	–1,923
Средний дефицит влажности воздуха, мбар (x_5)		1,944	0,625	3,110	0,002	0,749
Скорость ветра, м/сек (x_6)		–4,306	0,765	–5,632	0,001	–0,304
Удобрение $N_{80}P_{80}K_{40}$ (x_7)		1,708	0,776	2,201	0,029	0,073
Для полной регрессии: стандартная ошибка оценки = 4,646%, $R^2 = 0,796$; $F_{\text{отношение}} = 102,70$; $F_{\text{теор. } 0,05} = 2,14$						
Доза удобрений $N_{120}P_{120}K_{40}$ – коэффициент при данном факторе статистически не значим ($t_{\text{факт}} < t_{\text{теор.}}$)						

Были получены математические модели: «погода – сроки сева – стекловидность зерна» для межфазного периода молочная – восковая спелость, для других межфазных периодов связи недостоверны (табл. 1).

На основании полученных уравнений были сделаны выводы, что погодные условия второго и третьего сроков сева позволяют формировать высокостекловидное зерно – 86–87% против 82% – в первый срок сева. Наибольшее отрицательное значение в этот межфазный период на стекловидность оказывают осадки, увеличение суммы осадков на 10 мм приводит к снижению стекловидности на 2,80–3,33–2,65% в зависимости от сроков сева. Повышение среднего дефицита влажности на 1 мбар способствует увеличению стекловидности на 2,62–2,96–2,86% соответственно.

Исследования по моделированию связей стекловидности с погодными факторами и дозами удобрений позволили получить уравнения множественной регрессии «погода – удобрения – стекловидность зерна» для межфазного периода молочная – восковая спелость, для других межфазных периодов связи недостоверны (табл. 2).

Погодные условия межфазного периода молочная – восковая спелость приводят к снижению стекловидности на 1,13% на контроле (без удобрения),

внесение повышенной дозы удобрения – $N_{80}P_{80}K_{40}$ в сочетании с погодными факторами в этот межфазный период способствует увеличению стекловидности на 1,71% и превышению контроля за все годы исследований. В сочетании с удобрениями наибольшее влияние в разброс стекловидности в этот межфазный период вносит температура средняя ($\beta = -2,46$), минимальная ($\beta = -2,12$) и минимальная относительная влажность воздуха ($\beta = 1,98$). Уменьшение средней и минимальной температуры воздуха на 1°C, а также увеличение минимальной относительной влажности воздуха на 1% приводят к увеличению стекловидности на 9,57; 6,06 и 2,79% соответственно.

Литература

1. Сандакова Г.Н., Крючков А.Г. Научное обоснование зон оптимального размещения производства и глубокой переработки высококачественного зерна яровой пшеницы в степи Южного Урала. Оренбург, 2012. 222 с.
2. ГОСТ Р 52554–2006. Пшеница. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2006. 9 с.
3. Дегтярева Г.В. Погода, урожай и качество зерна яровой пшеницы. Л.: Гидрометеоздат, 1981. 216 с.
4. Долгалева М.П., Тихонов В.Е. Адаптивная селекция яровой пшеницы в оренбургском Приуралье. Оренбург, 2005. 290 с.
5. Ряховский А.В. Урожай и белковость зерна яровой пшеницы по различным предшественникам в зависимости от нормы высева семян и удобрений // Зерновые культуры. 1998. № 3. С. 18.
6. Строганова М.А. Математическое моделирование формирования качества урожая. Л.: Гидрометеоздат, 1986. 148 с.