

Н.А.Ламан, член-корреспондент НАНБ, доктор биологических наук

В.Н.Прохоров, кандидат биологических наук

Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф.Купревича НАНБ

УДК 633.1:637.527

Биолого-экологические основы формирования высокопродуктивных ценозов хлебных злаков: технологические аспекты

Обосновывается необходимость усиленного внимания к растению как биологическому средству интенсификации продукционного процесса в высокопродуктивных агроценозах хлебных злаков. Рассматриваются особенности структуры посева и ее развитие в онтогенезе для достижения высоких урожаев, критерии оценки ценоза как биологической системы на любом из этапов с целью выяснения соответствия развития посева основным параметрам программы. Подчеркивается целесообразность учета при разработке технологий получения действительно возможных урожаев теплообеспеченности ранних этапов вегетации и динамики изменения длины дня.

The necessity for concentrated attention to a plant as a biological resource for intensifying the production process in high-yielding agroecosystems of cereals is substantiated. There are considered peculiarities of the sowing structure and its development in ontogenesis for achieving high yields, criteria of ecocenosis estimation as a biological system at any stage for finding out the conformity of sowing development with major program parameters. The advisability of taking into account heat provision of early vegetation stages and dynamics of changing duration of day, when developing technologies for obtaining really possible yields, is emphasized.

Увеличение производства зерна остается ключевой проблемой сельского хозяйства. Селекция в последние десятилетия добилась существенных результатов в изменении наследственных свойств растений, что позволило поднять потенциал продуктивности лучших сортов хлебных злаков до 100 ц/га и более. В то же время растениеводство, как наука о возделывании сельскохозяйственных растений с целью получения высоких урожаев хозяйственно – ценной продукции высокого качества с наименьшими затратами труда и средств, не имеет столь впечатляющих успехов, о чем свидетельствует сравнение урожаев, получаемых в производстве и потенциально возможных.

Урожай является функцией переменных величин, в число которых входят факторы социально-экономические, природно-биологические и агротехнические. В исследованиях, проводимых в Институте экспериментальной ботаники им. В.Ф.Купревича НАН Беларуси, особое внимание уделяется биологическим факторам интенсификации. Особенность современных интенсивных систем возделывания зерновых требует усиленного внимания к растению как биологическому средству производства, поэтому они строятся на знаниях биологических особенностей и реакций растения и посева, как динамических саморегулирующихся систем (3, 4, 5, 6).

Принципы и предпосылки, обеспечивающие оптимальные условия для протекания продукционного процесса и получения максимальных урожаев, раскрывает теория фотосинтетической продуктивности растений (9, 10). На основе положений этой теории делаются расчеты возможных потенциальных урожаев сельскохозяйственных культур. Максимальные значения КПД ФАР, приходящей за время вегетации на посевы, в формировании биологического урожая могут составлять 6–7%. Они рассматриваются А.А.Ничипоровичем как абсолютный максимум, доступный идеальным сортам будущего при полной оптимизации обеспеченности посевов водой, минеральными элементами и другими факторами. Для современных сортов растений и условий их выращивания достижимым считается КПД ФАР 4–5%. Это значит, что за период вегетации от 75 до 150 суток (в зависимости от широты местности) возможный урожай составит от 10 до 40 т/га сухой биомассы. У зерновых культур при значении $K_{хоз}$, равном 0,3–0,4, приведенные данные обосновывают получение от 40 до 150 ц/га зерна.

При рассмотрении проблемы продуктивности посевов возникает необходимость уточнения ряда терминов. На наш взгляд, наиболее удачно их разделение предложено Х.Г.Тоомигом (15). Он ввел понятие “потенциальный урожай” (ПУ), т.е. урожай, обеспечиваемый приходом энергии ФАР при оптимальном в течение вегетации режиме метеорологических факторов. Поскольку метеорологические условия в большинстве случаев не идеальны, предложен термин “действительно возможный урожай” (ДВУ). ДВУ можно охарактеризовать как урожай, обеспечиваемый агроклиматическим потенциалом конкретного поля и конкретного возделываемого сорта. Для зерновых культур ДВУ на территории Рос-

сии, Украины и Беларуси, по расчетам Тоомига, составляет от 85 до 120 ц/га.

И, наконец, урожай, обычно получаемый в производственных условиях (УП). Он существенно отличается от показателей ПУ и ДВУ по причине неполного использования климатических ресурсов. Разрыв между урожаями в производстве и действительно возможными отражает уровень культуры земледелия. Одним из критериев эффективности интенсивной технологии в этом случае может быть коэффициент использования агроклиматических ресурсов поля, представляющий собой отношение полученного урожая к ДВУ. Величина этого коэффициента отражает уровень культуры земледелия и организации производства в каждом конкретном хозяйстве.

Исходя из представлений, развиваемых Тоомигом, главной целью современных технологий является переход от урожаев, получаемых в производстве, к действительно возможным, а в дальнейшем и к потенциальным. Основные мероприятия для осуществления этой задачи должны быть направлены на улучшение согласованности условий внешней среды с потребностями растений. Само собой разумеется, что во всех случаях проводимые мероприятия должны быть экономически целесообразными и экологически безопасными.

В связи с изложенным технологией возделывания сельскохозяйственных культур должна основываться на все более полном, рациональном, экономически выгодном и экологически безопасном использовании биологических, технических, материальных и трудовых ресурсов на базе научно-технического прогресса. Агронном или фермер как главные технологи должны оптимизировать на поле условия произрастания растений на всех этапах их жизненного цикла комплексом приемов и средств, которые предоставляет в их распоряжение на данный момент развитие науки и техники. Совершенно ясно, что основная задача – управление ростом и развитием растений и агрофитоценозов – не может успешно решаться без глубоких знаний биологии возделываемой культуры, закономерностей развития и разнокачественности требований на различных этапах онтогенеза посева как сообщества растений, возможных отклонений в реализации наследственного потенциала в конкретных условиях выращивания.

Чтобы выйти на уровень действительно возможных урожаев, посевом необходимо управлять. Для этого требуется:

- а) знание биологических особенностей возделываемой культуры и специфических закономерностей формирования ее моновидового сообщества;
- б) обоснование структуры посева для достижения ДВУ и детальная программа его развития от сева до уборки;
- в) критерии оценки посева как биологической системы на любом из этапов онтогенеза с целью выяснения соответствия развития ценоза основным параметрам программы;
- г) объективные прогнозы изменений погоды, появления вредителей, болезней и сорняков в течение вегетационного периода;

д) комплекс научно обоснованных агроприемов и средств интенсификации (основная и предпосевная подготовка почвы, высокопродуктивные сорта, система удобрений, интегрированная система защиты от вредителей, болезней и сорняков, регуляторы роста и т.д.) для корректировки развития посева как биологической системы, чтобы выйти на запланированную конечную структуру. Только исходя из таких предпосылок может быть обеспечено эффективное использование средств интенсификации.

Планируя достижение уровней ДВУ при выращивании любой зерновой культуры, необходимо в первую очередь составить структуру конечного урожая и программу развития ценоза от сева до полного созревания растений. Например, если поставлена задача получить урожай ярового ячменя на уровне 60 ц/га, примерная структура его может быть следующей. Оптимальный продуктивный стеблестой такого посева составляет 600–700 колосьев на 1 м². Для выхода на параметры 60 ц/га масса зерна каждого колоса должна составлять 0,9–1,0 г. Последняя в свою очередь складывается из массы одной зерновки в 40–45 мг и количества зерен в колосе в среднем 22–23 шт. Оптимальное количество колосьев на единице площади формируется за счет нормы высева и продуктивной кустистости. Как показывают многочисленные данные, наиболее реальным показателем продуктивной кустистости растений ярового ячменя могут быть два побега. В этой связи количество растений к уборке при оптимальной плотности продуктивного стеблестоя в 600–700 колосьев будет составлять 300–350 шт. При общепринятой в производстве норме высева ярового ячменя 400–450 всхожих зерен на 1 м² общая выживаемость растений к уборке должна составить около 75%, а полевая всхожесть – 80–90%. Обобщенную структуру урожая посева с урожайностью в 60 ц/га можно представить в виде схемы (рис. 1).

Данные по структуре урожая позволяют перейти к составлению программы выхода на планируемые показатели. Методика расчета доз удобрений детально изложена в многочисленных публикациях (1, 16). Способы же выхода на параметры оптимального продуктивного стеблестоя, на наш взгляд, наиболее сложны.

Первый этап, или формирование требуемого количества растений на единице площади, равномерно размещенных и одинаковых по мощности развития, связан с изменением норм высева и прогнозируемой полевой всхожестью. Последняя обусловлена качеством семян, характеристиками посевного слоя и погодными условиями.

Данные, вытекающие из отечественного и зарубежного опыта, позволяют заключить, что операции по предпосевной подготовке почвы и сева должны обеспечивать полевую всхожесть не ниже 80% от числа высеванных всхожих зерен и после-

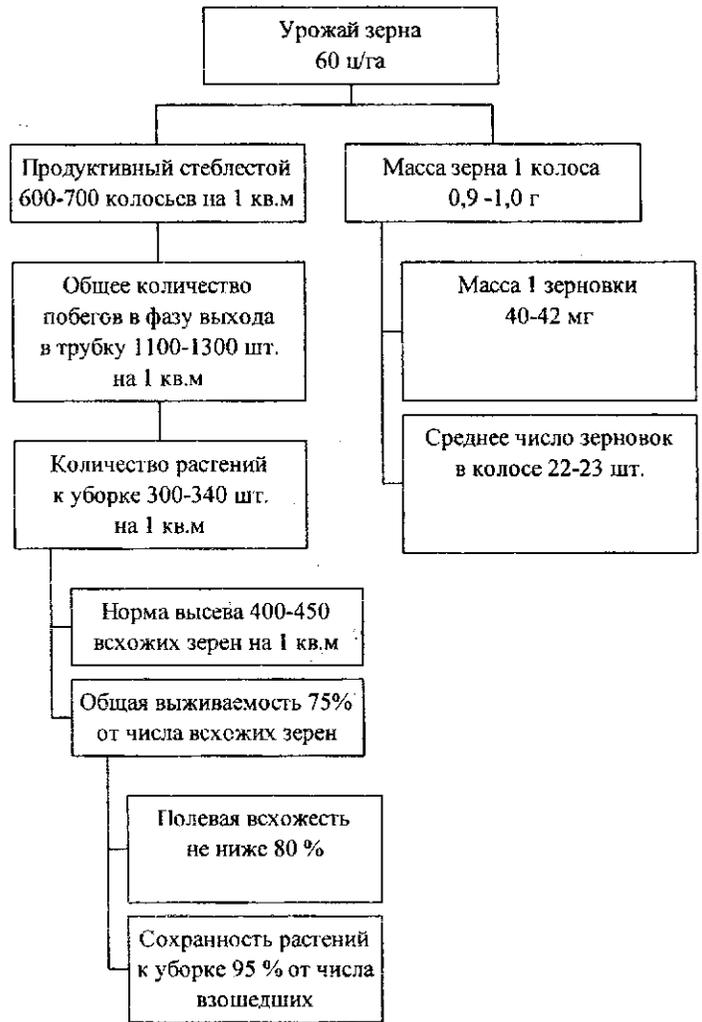


Рис. 1. Ориентировочные расчеты формирования структуры посева ярового ячменя с урожайностью 60 ц/га

дующее выживание взошедших растений на уровне 80% для озимых и 90% для яровых зерновых. Дружность, или время от появления первых до полных всходов, не должна превышать трех дней. Такие требования позволяют выйти на показатели общей выживаемости 60–65% для озимых и 70–75% для яровых хлебных злаков. Технология, которая не позволяет получать указанные параметры полевой всхожести, не может обеспечить и формирование высокопродуктивных ценозов, поскольку невыравненные с низкой полевой всхожестью посеы становятся неуправляемыми, а применяемые в них факторы интенсификации малоэффективны.

Получение необходимого количества растений на единице площади – первый этап конструирования посева. Второй, не менее важный и сложный, – управление процессом кушения, который чрезвычайно чувствителен к факторам внешней среды: температуре, освещению, условиям увлажнения и аэрации в посевном слое, наличию элементов питания и в первую очередь азота. Применение азотных удобрений – один из основных приемов управления процессом кушения. Многочисленные данные научной литературы свидетельствуют о том, что для выхода на запланированные параметры продуктивного стеблестоя к концу фазы кушения – началу выхода в

трубку в посеве необходимо иметь в среднем в 2 раза большее количество побегов, чем планируемое число колосьев к уборке (4).

Последующие этапы развития посева учитывают общее количество формирующихся завязей, что определяет число зерновок на единице площади посева. В дальнейшем должны быть обеспечены наилучшие условия для налива зерна. На данном этапе наиболее важны температура и продолжительность периода фотосинтетической активности верхних листьев растения — факторы, которые способствуют поставке ассимилятов в растущие зерновки. На заключительном этапе определяется такой элемент структуры урожая, как масса 1000 зерен.

Расчеты структуры урожая зерна ярового ячменя в 60 ц/га показывают, что такой посев должен формировать в среднем 13,5–15,75 тыс. зерновок на 1 м². Более высокие уровни урожая ценоза с оптимальной плотностью продуктивного стеблестоя определяются показателями числа зерен в колосе и массой зерновки. Так, при 600–700 колосьях на 1 м² увеличение числа зерен в каждом колосе на одну зерновку при сохранении массы одной зерновки, равной 40 мг, обеспечило бы повышение урожая зерна на 2,4–2,8 ц/га. В свою очередь увеличенные массы каждой зерновки на 5 мг при сохранении их общего числа на 1 м² на том же уровне позволяет повысить урожай зерна на 6,7–7,9 ц/га. Агроценоз ярового ячменя, имеющий показатели 15,75 тыс. зерновок на 1 м² при массе одной зерновки 40 мг обеспечит урожай зерна в 63 ц/га. Если же средствами интенсификации (защита посева от листовых болезней, поздние азотные подкормки) удастся создать лучшие условия для налива зерна и выйти на показатели массы одной зерновки в 50 мг, урожай составит 79 ц/га. Одновременный рост числа зерен в колосе и массы зерновки приведет к значительно большему повышению урожая. Другими словами, при выходе на параметры оптимального продуктивного стеблестоя дальнейший рост урожайности обуславливается в основном тем, насколько нам удастся реализовать потенциальные возможности колоса.

В пользу сказанного свидетельствует структура рекордных урожаев. Так, урожай озимой пшеницы в 134 ц/га получен за счет следующих показателей (17): норма высева — 350 зерен/м², количество растений к уборке — 260 шт/м² (общая выживаемость 74,3%), количество колосьев к уборке — 640 шт/м², масса зерна 1 колоса — около 2 г (40 зерен в колосе, масса 1000 зерен — 50 г). Для сравнения можно было бы привести многочисленные примеры структуры урожаев озимой пшеницы в 50–60 ц/га, имеющие весьма близкие к рекордному урожаю показатели продуктивного стеблестоя. Различие между высоким и рекордным урожаем по структуре заключается в первую очередь в продуктивности колоса. В то же время сравнение структуры урожаев озимой пшеницы в 30 и 60 ц/га показывает, что уровень продуктивности посева в 60 ц/га обусловлен главным образом более высокими показателями плотности продуктивного стеблестоя.

Большой вклад в разработку научных основ получения высоких урожаев внес М.С.Савицкий (13, 14), который одним из первых среди отечественных и зарубежных исследователей выделил биологические элементы урожая (количество растений на единице площади, продуктивная кустистость, число колосков в колосе, число зерен в колосе и их абсолютный вес), рассмотрел их взаимосвязь и взаимную обусловленность, предложил в 1933 г. формулу урожайности, показал, что для получения наилучшего количественного выражения каждого из элементов урожая необходимо воздействие внешними условиями приурочить к начальному “критическому” периоду образования и максимального роста данного элемента урожая. М.С.Савицкий не только обосновал, но и в полевых опытах на Всесоюзной сельскохозяйственной выставке в 1937 и 1940 г. продемонстрировал примеры получения урожаев озимой пшеницы 100 ц/га и более. При этом, как показал сравнительный анализ элементов урожайности в производственных посевах и рекордных, повышение урожаев основных зерновых культур достигалось главным образом за счет резкого увеличения густоты продуктивного стеблестоя.

Однако, как в случае средних, так высоких и рекордных урожаев, наибольшие потери потенциала продуктивности ценоза зерновой культуры обусловлены уменьшением плотности продуктивного стеблестоя, которые по оценкам, составленным на основе многолетних полевых опытов, могут достигать 60% у озимой пшеницы и 80% и более у ярового ячменя (4, 6).

На пути к достижению запланированных показателей оптимальной плотности продуктивного стеблестоя чрезвычайно важна периодическая оценка состояния посева как сообщества растений. Она позволяет делать заключение о соответствии составленной программы количественных показателей развития ценоза и с помощью различных агроприемов поддерживать на необходимом уровне продукционные процессы.

Одна из первых оценок состояния ценоза — определение полевой всхожести и дружности появления всходов. Это показатели, характеризующие численность и выравненность популяции растений.

Второй критерий состояния ценоза в период вегетативного роста растений — количество побегов на единице площади. Оценку проводят на посевах озимых культур осенью к моменту прекращения вегетации и рано весной после ее возобновления, на посевах яровых культур — в фазу полного кущения. Указанный критерий — исходный для определения целесообразности применения, дозы и времени внесения азотных удобрений. На посевах ярового ячменя интенсивность кущения учитывают в период, когда на главном побеге развернуто пять листьев. В зависимости от общего количества имеющихся побегов и требуемой плотности продуктивного стеблестоя принимают решение о необходимости азотной подкормки для стимулирования процесса побегообразования. На озимых посевах, где к началу весенней вегетации на 1 м² имеется достаточное количе-

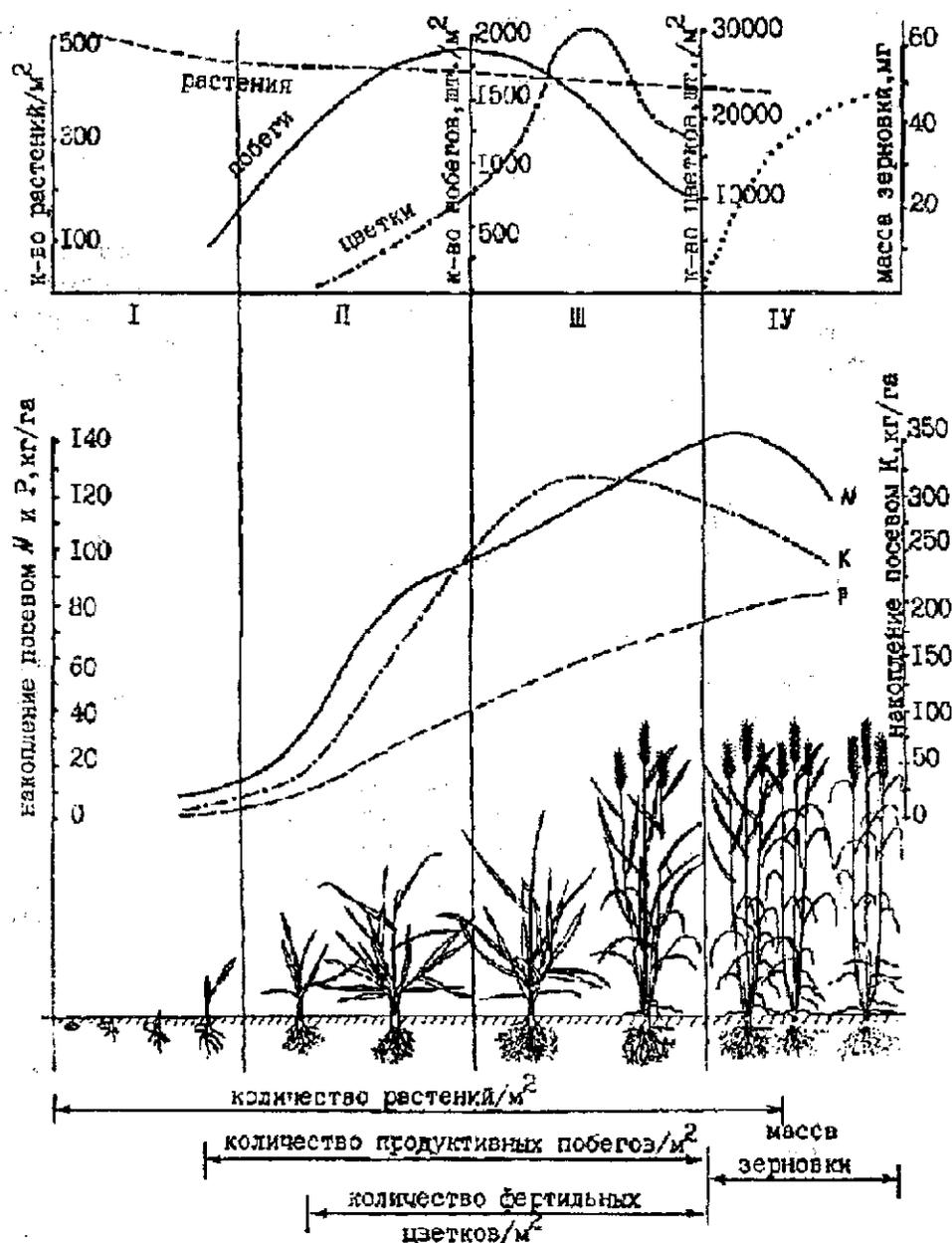


Рис.2. Динамика элементов структуры урожая (вверху), продолжительность их формирования (внизу) и накопление биомассой посева N, P и K (средняя часть)

ство побегов, основную дозу азотной подкормки переносят на более поздний период. В любом случае, когда требуется решить вопрос о применении азотных удобрений, необходимы данные о плотности популяции зерновой культуры. Основная особенность технологии формирования высокопродуктивного ценоза заключается в том, что она ориентируется на строго нормированную по структурным элементам урожайности популяцию растений, что требует глубоких знаний закономерностей формирования растения хлебного злака как системы побегов (12). Листовая или тканевая диагностика без учета количества растений и побегов на единице площади не может служить объективным критерием целесообразности внесения азота, особенно до момента наступления процесса сброса боковых побегов.

сколькo зерновка и появляющийся из нее проросток не имеют развитых органов питания и чрезвычайно чувствительны к различного рода стрессам. Предпосевная подготовка почвы и сев – это технологические операции, создающие оптимальное сочетание необходимых для нормального прорастания зерновки факторов – воды, кислорода, тепла и равное распределение семян по площади и глубине в почве. Масса зерновки практически всех возделываемых сейчас сортов хлебных злаков составляет 40–50 мг, а масса зародыша, которая обычно не превышает 2–3% массы зерновки – всего лишь 1–1,5 мг. Зародыш – это покоящееся крохотное растеньице. Другими словами, формирование высокопродуктивного ценоза начинается со сложной задачи – “высадить” равномерно на каждый гектар 4–5 млн. шт.

В нашу задачу не входит изложение конкретных рекомендаций по применению удобрений, различных систем защиты посевов от вредителей, болезней и сорняков. Мы обращаем внимание лишь на самые ранние этапы становления ценоза как биологической системы и необходимость количественной оценки такой системы сначала как совокупности растений, а в дальнейшем как совокупности побегов на единице площади. Методы оценки потенциала посева по количеству заложившихся колосков, цветков в колоске, фертильных цветков и зерновок, а также состояния посева в зимний период и после перезимовки описаны в руководствах (2, 7, 8).

Задача конструирования высокопродуктивного посева хлебных злаков облегчается, если весь онтогенез растений и посева будет разделен на отдельные периоды, от характера протекания которых зависит последовательное формирование элементов структуры урожая и, соответственно, степень реализации потенциальной продуктивности (рис.2).

Отрезок времени от момента сева до появления полных всходов можно отнести к критическому периоду в развитии посева, по-

крошечных покоящихся растеньиц массой 1 мг каждое и получить в дальнейшем не менее 80% от числа высевных семян полноценных, хорошо развитых и максимально выравненных растений. Поэтому период с момента прорастания зерновки и до перехода на автотрофный тип питания является самым уязвимым в жизни культурного растения, в течение которого оно чаще всего оказывается беспомощным в борьбе за существование. Сказанное обуславливает необходимость особого внимания к этому периоду становления и развития ценоза.

В межфазный период три листа на главном побеге – начало выхода в трубку определяется важнейший элемент структуры урожая – число продуктивных побегов. В фазу 3–4-х развернутых листьев на главном побеге начинается быстрый рост боковых побегов, зародышевой и узловой корневых систем. У яровых хлебных злаков осуществляется переход к вычленению на конусе нарастания колосков, у озимых – период осеннего закаливания. В пределах растения складываются острые конкурентные отношения за ассимиляты, воду, минеральные элементы между молодыми растущими листьями на главном и боковых побегах, корнями и зачаточным колосом. Технолог к этому времени имеет первую информацию о состоянии посева – плотность популяции по числу взошедших растений.

Интенсивность побегообразования, как это следует из многочисленных экспериментальных данных, должна поддерживаться в первую очередь с помощью азотных подкормок на таком уровне, чтобы к концу кушения общее число побегов приблизительно в 2 раза превышало показатели оптимального продуктивного стеблестоя.

В третьем периоде – начало выхода в трубку – колошение – в посеве начинается активный рост стеблей главного и боковых побегов, идет интенсивное поглощение азота из почвы, формируются колоски, цветки в колосках, пыльники и пестик. В итоге к фазе колошения определится потенциал посева по количеству фертильных цветков. Данный период – период максимальных приростов биомассы ценоза – является решающим в достижении высоких урожаев и наиболее сложным в правильном обосновании приемов ухода за посевом.

Быстрорастущие органы требуют постоянного снабжения азотом. Внесение азота для поддержания ростовых процессов на уровне, обеспечивающем максимальные величины реализации потенциальной продуктивности, приводит к быстро нарастающему загущению посева, провоцирует развитие в нем болезней и вредителей, а взаимозатенение растений – этиоляцию стебля и полегание. Три наиболее важные задачи необходимо решить в этот период: 1) не допустить азотного голодания растений путем азотных подкормок; 2) защитить растения от листовых и корневых болезней, а также вредителей периодическими обработками пестицидами; 3) затормозить рост нижних междоузлий стебля обработкой ретардантами (4, 6).

В заключительный период – цветение – полная спелость – происходит налив зерна. Возможность активного влияния на процессы развития элементов структуры урожая практически исключается. Проводится оценка реализации потенциальной продуктивности посева по числу завязей и прогнозируются сроки уборки урожая. Если на всех предшествующих этапах показатели развития агрофитоценоза соответствовали запланированным – получение высокого урожая зерна гарантировано. При этом дозы и сроки внесения азотных удобрений – один из основных приемов управления структурой высокопродуктивного посева. Применение азота должно приурочиваться к наиболее критическим по потребности в данном элементе периодам развития ценоза и элементов структуры урожая: образование колосковых бугорков – редукция части боковых побегов – заложение цветков в колосе. Структура растений и посева в целом формируется последовательно, поэтому потери на одном из этапов могут быть восполнены лишь частично улучшенным уходом на последующем.

Из факторов внешней среды, на фоне которых в производственных условиях разворачивается цепь событий в цикле индивидуального развития растений, три не поддаются управлению человеком. Это приход фотосинтетически активной радиации, сумма эффективных температур и фотопериод. Представляется целесообразным кратко рассмотреть необходимость учета при разработке технологий получения ДВУ теплообеспеченности отдельных периодов вегетации и динамику изменения длины дня.

В ходе эволюции возникли и наследственно закрепились разнообразные приспособительные реакции онтогенеза, которые служат для совмещения периодов активной жизнедеятельности и ответственных этапов индивидуального развития растений с наиболее благоприятным временем года. Рост и развитие растений в этой связи поставлены под контроль вполне определенных внешних условий, в частности температуры и длины дня, которые являются для растений сигналами состояния внешней среды. Как правило, применяемые в почвенно-климатических условиях Беларуси сорта зерновых культур – растения длинного дня, поэтому переход от заложения и роста вегетативных органов к формированию репродуктивных имеет строгие временные рамки.

На рисунке 3 представлена усредненная на основе многолетних для условий Беларуси метеоданных динамика изменения среднесуточной температуры воздуха и длины дня. Точки на кривой со среднесуточной температурой 5°C указывают на время оптимального срока сева зерновых весной и окончания осенней вегетации растений. Кривая изменения длины дня показывает, что в первую декаду июня он превышает 16 ч. Следовательно, в эти сроки яровые зерновые культуры переходят к формированию зачатков колоса. Таким образом, продолжительность периода вегетативного развития посева яровых хлебных злаков весной, т.е.

совокупность процессов заложения и роста корней, листьев и побегов ограничена временными рамками от начала третьей декады апреля до окончания третьей декады мая. Он охватывает этапы эмбриональный и молодости, когда появляются всходы, формируются первые три – четыре зеленых листа, разворачивается процесс кущения. Поэтому каждый день опоздания со сроком сева, сокращая указанный период, приводит к существенным потерям в урожае зерна. Быстрое нарастание продолжительности дня и положительных температур ускоряют процессы роста и развития растений и переход их к образованию генеративных органов. Растения не успевают сформировать мощный фотосинтетический аппарат, хорошо раскуститься, что не позволяет в дальнейшем обеспечить в посеве максимальные значения числа продуктивных стеблей, колосков и цветков в колосе, т.е. наиболее полно реализовать потенциал продуктивности.

Период осенней вегетации озимых культур также имеет свои особенности. Быстрое снижение среднесуточной температуры приводит к тому, что период для оптимального вегетативного развития озимых зерновых осенью также ограничен временем. Известно (8), что растениям озимой ржи для образования ко времени прекращения вегетации трех побегов кущения необходима от момента сева сумма положительных температур около 200–300°C. Учитывая, что прекращение осенней вегетации наступает в первой декаде ноября, сравнительно просто рассчитать время оптимального срока сева. И в этом случае наблюдаются значительные потери в урожае при отступлении от них.

Стремление к получению действительно возможных и потенциальных урожаев зерновых культур выдвигает необходимость формирования ценозов высокой плотности, в которых рост и развитие растений протекают в условиях напряженной конкурентной борьбы за основные факторы жизнедеятельности. Особенности структуры сообщества растений, со своей стороны, определяют эффективность использования посевом на урожай важнейших экологических факторов, его реакцию на применение удобрений, регуляторов роста, поливов и других средств интенсификации. Таким образом, ценоз зерновой культуры выступает как саморегулирующаяся, самонастраивающаяся, самоорганизующаяся система (11).

Фитоценотический подход, предполагающий формирование на поле

сообщества растений и необходимость учета действующих в нем специфических закономерностей, выдвигает в качестве главной задачи создание посева с оптимальной плотностью продуктивного стеблестоя и максимальной выравненностью слагающих его растений. Агрофитоценоз зернового поля как самоорганизующаяся и саморегулирующаяся биологическая система сравнительно легко выходит на параметры оптимального продуктивного стеблестоя. Для этого необходимо обеспечить на начальном этапе развития посева определенное количество равномерно размещенных на площади растений, наиболее одинаковые для всех их условия влагообеспеченности, минерального питания и др.

Развитие посева хлебного злака от момента помещения семян в почву и до уборки урожая представляет собой сложный процесс. Для понимания сути и взаимосвязи происходящих при этом явлений, закономерностей их протекания требуется анализ и последующий синтез новейших достижений фитоценологии и экологической физиологии, физиологии роста и развития, фотосинтеза, минерального питания и водобмена растений. Поэтому в настоящее время с особой

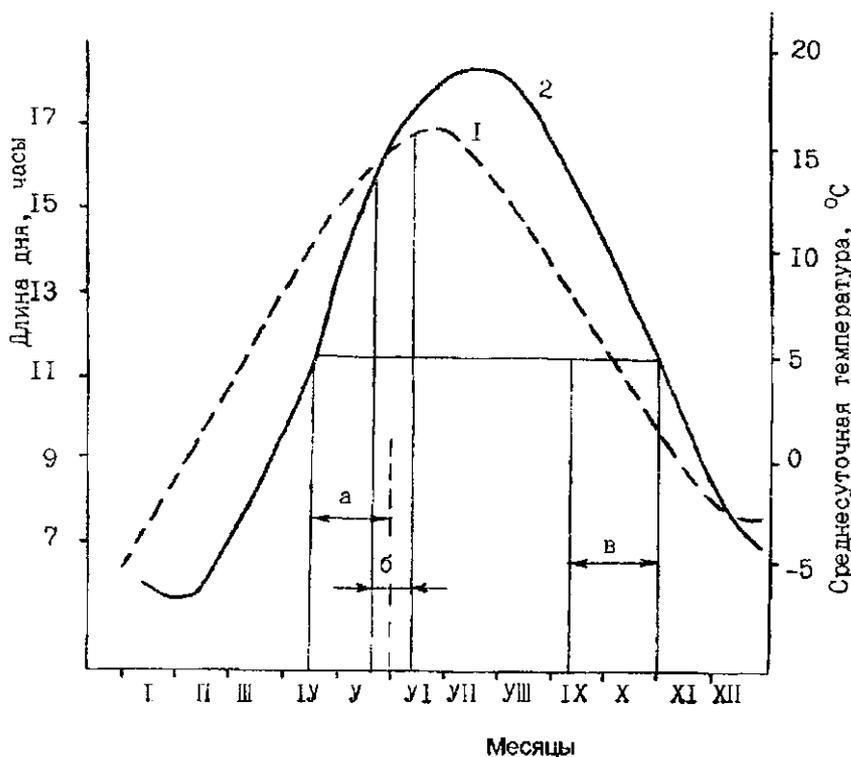


Рис.3. Изменение длины дня (1) и среднесуточной температуры (2) в течение года

а – период весеннего вегетативного развития яровых зерновых (15 апреля – 1 июня), ограниченный переходом среднесуточной температуры через 5°C (15 апреля) и длиной дня (1 июня);

б – период перехода яровых хлебных злаков к формированию колоса, обусловленный длиной дня (16–17 ч);

в – период для оптимального развития озимых осенью с суммой эффективных температур 200–250°C

актуальностью встает задача комплексных исследований такой сложной биологической системы, как агроценоз хлебных злаков, при этом научное обоснование путей достижения потенциально возможных урожаев в качестве одного из главных элементов должно включать и основные параметры морфофизиологической модели высокоинтенсивного сорта. Как селекционно измененный генотип (новый высокоинтенсивный сорт) не может принести желаемого результата без соответствующей (сортовой) технологии, так и высокоинтенсивная технология без основного ее элемента – соответствующего сорта – не приведет к повышению урожая.

ЛИТЕРАТУРА

1. Каюмов М.К. Справочник по программированию урожаев. – Москва: Россельхозиздат, 1977. – 188 с.
2. Куперман Ф.М., Чирков Ю.И. Биологический контроль за развитием растений на метеостанциях (микробиология). – Ленинград: Гидрометеиздат, 1970. – 145 с.
3. Ламан Н.А. Формирование высокопродуктивных посевов зерновых культур. – Минск: Наука и техника, 1985. – 68 с.
4. Ламан Н.А., Романов И.Ф., Прохоров В.Н. Биологические основы интенсивных технологий возделывания зерновых культур (практическое руководство). – Гомель, 1991. – 135 с.
5. Ламан Н.А., Стасенко Н.Н., Каллер С.А. Биологический потенциал ячменя: устойчивость к полеганию и продуктивность. – Минск: Наука и техника, 1984. – 216 с.
6. Ламан Н.А., Янушкевич Б.Н., Хмурец К.И. Потенциал продуктивности хлебных злаков: технологические аспекты реализации. – Минск: Наука и техника, 1987. – 224 с.
7. Мединец В.Я. Весеннее развитие и продуктивность озимых хлебов. – Москва: Колос, 1982. – 172 с.
8. Моисейчик В.А., Шавкунова В.А. Агрометеорологические условия перезимовки и формирования урожая озимой ржи. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1986. – 163 с.
9. Ничипорович А.А. Фотосинтез и теория получения высоких урожаев: XV Тимирязевские чтения. – Москва: Изд-во АН СССР, 1956. – 93 с.
10. Ничипорович А.А. Фотосинтетическая деятельность растений как основа их продуктивности в биосфере и земледелии // Фотосинтез и продукционный процесс. – Москва: Наука, 1988. – С. 5–28.
11. Прохоров В.Н. Физиологическое обоснование критериев оценки агроценозов хлебных злаков в связи с формированием их хозяйственной продуктивности. Автореф. дис... канд. биол. наук. – Минск, 1992. – 24 с.
12. Путырский И.Н. Морфофизиологические особенности растения хлебного злака как системы побегов: Автореф. дис... канд. биол. наук. – Минск, 1992. – 26 с.
13. Савицкий М.С. Наш опыт борьбы за 100 центнеров озимой пшеницы с гектара // Химизация социалистического земледелия. – 1938. – № 7. – С. 45–54.
14. Савицкий М.С. Биологические и агротехнические факторы высоких урожаев зерновых культур. – Москва: ОГИЗ-Сельхозгиз, 1948. – 169 с.
15. Тооминг Х.Г. Экологические принципы максимальной продуктивности посевов. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1984. – 264 с.
16. Шатилов И.С., Чудновский А.Ф. Агрофизические, агрометеорологические и агротехнические основы программирования урожая. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1980. – 318 с.
17. Mr Clark's Ways with wheat.....or how to get into the Guinness Book of records // Power Farming. – 1984. – № 1. – P. 18.