

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Бельтюков Л.П.
Чепец С.А.
Чепец Е.С.**

**ПРИМЕНЕНИЕ УДОБРЕНИЙ, СРОКИ И СПОСОБЫ УБОРКИ
ОЗИМОГО ЯЧМЕНЯ**

Монография



россия
UKRAINE

Персиановский, 2015

УДК 633.16
ББК 42.11- 4
Б-44

Авторы: Бельтюков Л.П., Чепец С.А., Чепец Е.С.

Рецензенты:

доктор сельскохозяйственных наук, заслуженный агроном РФ, профессор кафедры агрономии и биотехнологии ФГБОУ ВПО АЧИИ ДГАУ

А.С. Ерешко

доктор сельскохозяйственных наук, зав. кафедрой агрохимии и агропочвоведения, профессор ФГБОУ ВПО ДГАУ

Агафонов Е.В.

Б-44 Бельтюков Л.П. Применение удобрений, сроки и способы уборки озимого ячменя: монография/ Л.П. Бельтюков, С.А. Чепец, Е.С. Чепец. – пос. Персиановский: Донской ГАУ, 2015. – 183 с.

ISBN 978-5-98252-229-0

В монографии представлены данные об отзывчивости сортов озимого ячменя на различные уровни минерального питания, дана динамика влажности минерального почвы и содержания в ней элементов питания, показаны темпы накопления надземной массы и NPK озимым ячменем, определен вынос питательных веществ и их баланс в системе «почва-растение».

Изложены особенности образования, налива и созревания зерна, определен биохимический состав, питательная и энергетическая оценка зерна различной спелости, установлено влияние сроков и способов уборки на урожайность, посевные и физические свойства зерна и его кормовую ценность. Дана экономическая и биоэнергетическая ценность изучаемым агроприёмам.

Монография представляет интерес для специалистов сельского хозяйства, фермеров, научных работников, студентов и преподавателей аграрных вузов.

УДК633.16
ББК 42.11-4
Б-44

Рекомендовано научно-техническим советом Донского ГАУ
(протокол № 6 от 20.02.2015 г.)

ISBN 978-5-98252-229-0

© Бельтюков Л.П.,
Чепец С.А.,
Чепец Е.С., 2015

© Донской государственный
аграрный университет, 2015

СОДЕРЖАНИЕ

	ВВЕДЕНИЕ.....	5
1.	ОБОСНОВАНИЕ ВЫБРАННОГО НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	7
	1.1 Значение и перспективы развития озимого ячменя.....	7
	1.2 Особенности питания, роста, развития и зернообразования	13
	1.3 Роль сорта и отзывчивость озимого ячменя на удобрения	31
	1.4 Сроки и способы уборки урожая.....	36
2.	МЕТОДИКА И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТОВ.....	51
	2.1 Схема и методика исследований.....	51
	2.2 Почва опытных участков.....	55
	2.3 Погодно-климатические условия в годы исследований.....	58
3.	ОТЗЫВЧИВОСТЬ СОРТОВ ОЗИМОГО ЯЧМЕНЯ НА РАЗЛИЧНЫЕ ФОНЫ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ.....	64
	3.1 Динамика влажности почвы под озимым ячменем в зависимости от удобрений.....	64
	3.2 Пищевой режим почвы.....	68
	3.3 Влияние удобрений на накопление надземной массы и NPK в ней в течение вегетации.....	72
	3.4 Вынос элементов питания и их баланс в системе «почва- растение».....	76
	3.5 Урожайность сортов озимого ячменя.....	78
	3.6. Элементы структуры урожая.....	84
	3.7 Качество зерна сортов озимого ячменя.....	86
4.	СРОКИ И СПОСОБЫ УБОРКИ ОЗИМОГО ЯЧМЕНЯ.....	91
	4.1 Рост, развитие и динамика колошения.....	91
	4.2 Фазы роста и развития зерна озимого ячменя.....	99

4.3	Накопление сухого вещества и изменение влажности зерна в процессе зернообразования.....	107
4.4	Особенности зернообразования озимого ячменя.....	115
4.5	Биохимический состав зерна разной спелости.....	127
4.6	Питательная и энергетическая оценка зерна разной спелости.....	135
4.7	Урожайность зерна.....	142
4.8	Посевные свойства семян и физические качества зерна.....	148
4.9	Кормовая ценность зерна озимого ячменя.....	153
5.	ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ, СРОКОВ И СПОСОБОВ УБОРКИ.....	157
5.1	Экономическая оценка.....	157
5.2	Биоэнергетическая оценка.....	162
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	166
	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	171

ВВЕДЕНИЕ

В Ростовской области озимый ячмень по сравнению с другими зерновыми культурами занимает сравнительно небольшую площадь посева – 40-60 тыс.га., которая сосредоточена в основном в южной и приазовской зонах. Вместе с тем он является очень перспективной культурой, так как в годы с благоприятными зимами он значительно превышает по урожайности яровой ячмень, выколашивается и созревает раньше его на 8-12 дней, обеспечивая животноводство фуражным зерном в тот период, когда в нем ощущается наибольший дефицит. Скороспелость этой культуры дает возможность избежать влияния губительных засух и суховеев в фазу налива зерна.

Озимый ячмень лучше использует осенне-зимний запас влаги в почве, экономнее расходует ее на единицу продукции и формирует урожайность значительно выше, чем яровой. По данным Центрального статистического управления за последние 40 лет прибавки урожайности по Северо-Кавказскому региону у озимого ячменя над яровым составили от 0,5 до 2,2 т/га., несмотря на то, что в отдельные годы он полностью погибал при перезимовке.

В настоящее время увеличение урожайности зерна озимого ячменя и улучшение его качества невозможно без применения современных технологий возделывания. Правильный подбор высокозимостойкого сорта и рациональное использование удобрений являются определяющими факторами получения высоких и стабильных урожаев этой культуры.

В последние годы во ВНИИЗК им. Калининко выведены новые сорта озимого ячменя с комплексом хозяйственно-полезных признаков и свойств, а главное повышенной зимостойкостью и потенциальной урожайностью 7-8 т/га.

Высокий потенциал озимого ячменя можно реализовать, сократив уборочные потери выращенного урожая, величина которых составляет 15-20%, а в неблагоприятные годы до 30% и более. Большое значение в решении этого вопроса имеет обоснование сроков, способов и продолжительности уборки на основании биохимической и энергетической оценки созревающего зерна,

биохимических законов зернообразования, которые тесно связаны с поступлением пластических веществ и воды в зерно, а значит с фазой развития и спелости зерна.

В настоящее время увеличение урожайности зерна озимого ячменя и улучшение его качества невозможно без применения современных технологий возделывания. Правильный подбор высокозимостойкого сорта, рациональное использование удобрений, сроков и способов уборки, являются определяющими факторами получения высоких и стабильных урожаев этой культуры.

В связи с этим, целью данных исследований являлось определение рациональных доз минеральных удобрений для новых сортов озимого ячменя, научное обоснование оптимальных сроков скашивания при двухфазной уборке и продолжительности однофазной уборки для сокращения потерь и получения зерна с наиболее высоким качеством.

ГЛАВА 1 ОБОСНОВАНИЕ ВЫБРАННОГО НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

1.1 Значение и перспективы развития озимого ячменя

Совершенствование структуры посевных площадей зерновых культур путем разумного расширения посевов наиболее урожайных культур, а также скорейшее внедрение самых высокоурожайных сортов позволяет значительно увеличить производство зерна без особых затрат. В нашей области, как и в других районах Северного Кавказа, среди зерновых такой культурой является озимый ячмень.

Озимый ячмень – одна из наиболее урожайных культур в Южном Федеральном округе. Его высокая потенциальная продуктивность определяется особенностями формирования урожая.

Основные фазы его роста и развития проходят в относительно увлажненный период, он лучше использует влагу осенне-зимних осадков, экономнее расходует ее на единицу продукции, а раннее созревание защищает от летних суховеев и засух.

Возделывание озимого ячменя в севообороте помимо урожайности имеет еще ряд преимуществ. Созревая раньше озимой пшеницы и ярового ячменя на 10-15 дней, озимый ячмень позволяет обеспечить животноводство фуражным зерном именно в тот период, когда в нем ощущается большой недостаток. Рано освобождая поля после уборки, озимый ячмень является хорошим предшественником для пожнивных кормовых культур. Важно и то, что ранней весной, трогаясь в рост и продолжая при этом куститься, озимый ячмень лучше других культур подавляет сорную растительность, исключая тем самым необходимость в применении дорогостоящих гербицидов, снижая затраты на производство. Именно этим объясняется самая низкая его себестоимость в условиях Северного Кавказа.

Скороспелость культуры дает возможность уйти от губительных засух и суховеев, лучше использовать осенне-зимний запас влаги в почве. Зеленая масса, солома и мякина озимого ячменя по кормовым достоинствам превосходит ржаные и пшеничные.

Поэтому широкое внедрение озимого ячменя в округе могло бы способствовать значительному увеличению производства фуражного зерна, однако недостаточно высокая зимостойкость существующих сортов препятствует увеличению посевных площадей.

Многолетние данные научно-исследовательских учреждений, госсортоучастков, сельскохозяйственных предприятий показали, что в условиях Ростовской области озимый ячмень по урожайности значительно превосходит яровой ячмень и яровую пшеницу, озимую рожь и овес, в ряде случаев и озимую пшеницу. Так, по данным Центрального статистического направления, в среднем, прибавка урожайности по Ростовской области у озимого ячменя над яровым составила от 5 до 22 ц/га.

За последнее десятилетие произошли существенные изменения в объеме и структуре мирового производства зерна. Валовое его производство возросло на 15,7% и достигло 2,4 млрд.т. Из этого количества 610 млн.т. (29,1%) приходится на пшеницу, 586 млн.т. (27,9%) – на кукурузу и 157 млн.т. (7,5%) – на ячмень. Наиболее динамично развивается производство кукурузы (рост на 20,8%), зернобобовых (на 4,8%), пшеницы (на 10,7%), риса (на 8,3%) и сорго (на 3,6%). В то же время производство таких культур, как овес, рожь и ячмень сокращается соответственно на 32,3; 28,3 и 19,3% (А.И. Алтухов, 2008).

Абсолютные объемы зерна сконцентрированы в ограниченном числе регионов. Южный федеральный округ дает почти 40% валового производства зерна в России, а лидирующее место на Северном Кавказе принадлежит Краснодарскому (32%) и Ставропольскому (22%) краям, Ростовской (21%) и Волгоградской (16%) областям. Доминирующие зерновые культуры для этих регионов – озимая пшеница и ячмень, занимающие в общем объеме

производстве зерна соответственно 60,5 и 25,8 (Л.Н. Анипенко, Е.Г. Филиппов и др., 2005; С.И. Балаева, Х.М. Кучменова, 2007).

Как культура ячмень начал возделываться в XV веке до н.э. и считается наиболее древнейшей зерновой культурой на земном шаре. Он обладает высокой приспособленностью к разным почвенно-климатическим условиям и в этом немаловажное значение сыграли его биологические особенности. Среди других зерновых - это засухоустойчивая и солевыносливая культура, что важно при выращивании его на поливе. Отдельные экотипы обладают способностью формировать урожай при ограниченных тепловых ресурсах. К тому же ячмень в географическом расположении считают космополитом: он легко приспосабливается к контрастам климата и разнообразию почв (Трофимовская А.Я., 1972).

Ячмень - культура разностороннего использования и, по данным ФАО, 48% общего производства ячменя идет на промышленную переработку, 36% - на кормовые и 16% - на пищевые цели (В.Г. Рядчиков, 1978).

В Ростовской области 70-85% валового сбора зерна этой культуры используется в животноводстве. Ячменное зерно - это главный источник растительного белка (в среднем до 12%) и углеводов (60-68%), а также липидов (1,7-2,9%), ферментов, витаминов и полифенолов. По питательной ценности зерно ячменя, по сравнению с другими культурами, полноценней по незаменимым аминокислотам, которые в организме не синтезируются или образуются в недостаточном количестве. Особо важное значение в пищевом и кормовом отношении имеют четыре кислоты: лизин, триптофан, лейцин и треонин, доля которых у ячменя несколько выше, чем у пшеницы и кукурузы (А.А. Сокол, 1985; Е.Д. Казаков, В.Л. Кретович, 1989).

Зерно ячменя является сырьем для производства круп, которые по вкусовым достоинствам и перевариваемости уступают лишь гречневой и рисовой. Продукты питания обладают высокой калорийностью, приравниваясь в этом отношении к нежирному мясу, рыбе, творогу и другим продуктам (П.П. Деренжи, 2001).

Большое значение ячмень имеет в пивоваренной промышленности. Поскольку качество исходного сырья определяет эффективность технологических процессов приготовления солода и в значительной степени пива, то к зерну предъявляются особые требования: оно должно содержать максимальное количество экстрактивных веществ, образующихся в основном из крахмала, и обладать определенными технологическими свойствами — полностью отдавать свой экстракт в процессе приготовления из солода сусла, обеспечивать высокий выход пива из единицы сырья (Д.Н. Доев, Ц.А. Хекилаев, 2007).

По срокам посева и характеру использования возделываемые ячмени разделяют на яровые, озимые и полуозимые (двуручки). Основные площади в производстве занимает яровой ячмень (около 1 млн. га, а при пересеве озимой пшеницы площади его возрастают до 1,5 млн. га).

Начало селекционной работы с озимым ячменем в Ростовской области отмечено в 1939 году. Сотрудники Краснодарской Государственной селекционной станции высеяли в Зернограде (Ростовская Государственная селекционная станция) 88 сортообразцов этой культуры. После перезимовки сохранилось всего 4 растения, семена с которых были посеяны с селекционным материалом, повторно присланным из Краснодара в 1940 году.

Впоследствии работы возобновились в послевоенном 1948 году, когда осенью высеяли 47 образцов озимого ячменя, присланных из Всесоюзного института растениеводства и Краснодарской Государственной селекционной станции (Е.Г. Филлипов, Т.В. Сокол, 2007).

Сейчас в Ростовской области районированы настоящие озимые и полуозимые сорта ячменя. Озимые, как и другие растения этого типа, при весеннем посеве не выколашиваются, а полуозимые (двуручки) формируют урожайность при осеннем и весеннем посеве, так как они сходны по стадии яровизации с яровыми, а по световой близки к озимым ячменям. Поэтому в годы с сухой осенью, суровой зимой их можно высевать весной, что

позволяет получить семена для последующего посева озимых (Е.Г. Филиппов, Н.В. Репко и др., 2005).

В Ростовской области озимый ячмень возделывается, в основном, в приазовской и южной зонах. По гидротермическим показателям это зоны недостаточного увлажнения, характеризующиеся сухой осенью, особенно в первой ее половине, что затрудняет получение своевременных всходов озимых культур, их нормальный рост и развитие (А.С. Ерешко, Л.П. Бельтюков и др., 2005; П.А. Чекмарев, 2009).

Недостаточное увлажнение посевного (0 - 10 см) или пахотного (0 - 30 см) слоя почвы сдерживает развитие озимого ячменя с осени, и в связи с этим, продолжительность периода «посев-всходы» может сильно колебаться (от 9 до 153 дней), что приводит к плесневению или гибели семян, изреженности посевов и снижению урожайности (Л.П. Бельтюков, 2002).

Выращиваемые озимые культуры имеют разную морозостойкость и интервал колебаний критических температур вымерзания, что зависит от многих условий (закаливание и степень развития культуры, наличие снежного покрова, оттепелей и т.д.). Для озимого ячменя в полевых условиях критические температуры вымерзания находятся в пределах $-9...-16^{\circ}\text{C}$ (Н.Г. Янковский, 2005).

Генетический полиморфизм озимого ячменя по признаку холодостойкости не очень широкий. За последние 30 лет удалось повысить морозостойкость ячменя примерно на $1,5^{\circ}\text{C}$. Как известно, перезимовка озимых культур зависит не только от количества сахаров, накопленных в осенний период, но и от состояния и выживания узла кущения и, даже незначительное его заглубление положительно сказывается на устойчивости к пониженным температурам, полеганию и засухе, а в конечном итоге, и на продуктивности (А.А. Сокол, Н.Г. Янковский и др., 2003; В.М. Шевцов, Н.Г. Малюга, 2008).

Расширить ареал возделывания озимого ячменя помогут глубокоузловые сорта, закладывающие узел кущения вблизи зерновки, т.е. на 2-4 см глубже, чем обычные растения. Такие сорта обладают высоким уровнем биологической

морозостойкости: в зимний период температура в почве с каждым сантиметром заглубления выше на 0,8-1,0 °С, а при резких и непродолжительных понижениях эта разница достигает 2-3 °С (А.С. Ерешко, Л.Н. Коваленко и др., 2003).

Глубокоузловые формы в большей степени противостоят прикорневому полеганию, образуя с осени хорошо раскустившуюся небольшую надземную массу, устойчивую к действию морозов в осенне-зимний период. В период закаливания накапливают больше сухого вещества и сахаров в узлах кущения (М. Сазнека, 1998).

Обладая более высокой зимостойкостью, отечественные сорта являются еще и засухоустойчивыми формами. В физиологическом аспекте засухоустойчивость – это защитноприспособительные реакции растения, обусловленные как способностью удерживать воду при засухе, так и процессами метаболизма, приводящими к способности выносить обезвоживание. Ячмень включает широкий диапазон форм по степени приспособленности к засухе: ритм развития, морфологические и анатомические особенности, физиолого-биохимические свойства. Сложность проблемы засухоустойчивости состоит в том, что сорта с высокой степенью выраженности этого признака, как правило, повышают урожай в засушливые годы, а в годы с оптимальной обеспеченностью влагой уступают сортам других групп (М.В. Лукьянова, А.Я. Трофимовская и др., 1990).

Установлено, что продуктивность озимого ячменя хотя и определяется наследственными особенностями, но в значительной степени зависит от биотических факторов. Изменение климата способствовало увеличению скрытно-стебельных вредителей. Озимые культуры, посеянные в ранние сроки, часто повреждаются хлебными мухами. Повысилась вредоносность корневых гнилей различной этиологии, снежной плесени, вирусных заболеваний. Специфичность степного региона обусловлена контрастностью погодных условий: острозасушливые годы с суровыми зимами (50%) чередуются с годами средними (25%) и даже влажными и теплыми (25%). Обладая стабильной продуктивностью и высоким адаптивным потенциалом,

современные сорта озимого ячменя дают возможность возделывать эту культуру в районах нетрадиционного земледелия.

Повышенный интерес производителей к многорядному ячменю связан с более высокой его урожайностью по сравнению с двурядным яровым. Интерес объясняется еще и тем, что резерв повышения продуктивности у двурядных форм почти исчерпан. По данным И. Петра (1984) потенциальная продуктивность у лучших сортов двурядного ячменя выражается цифрой 20-22 тыс. зерновок на 1 м². Этот показатель, по-видимому, близок к предельному значению, так как такая урожайность формируется при полной реализации возможностей колоса (30 зерновок) в оптимальном по плотности продуктивном стеблестое.

По формальной аналогии у многорядного ячменя, при полной реализации возможностей колоса (60-70 зерновок) и тех же показателей стеблестоя, потенциальная продуктивность составит 40-50 тыс. зерновок на 1 м².

Учитывая явное преимущество озимого ячменя перед яровым, для увеличения валового производства зерна целесообразно в южной, центральной и приазовской зонах Ростовской области довести его посевы до 250-300 тыс. га, что по самым скромным подсчетам может дать дополнительно до 150 тыс. тонн зерна.

1.2 Особенности питания, роста, развития и зернообразования

Озимый ячмень весьма требователен к условиям почвенного плодородия: чем лучше условия произрастания, тем экономнее он расходует элементы питания на образование единицы сухого вещества. Озимый ячмень – культура короткого потребления питательных веществ. К фазе выхода в трубку растения ячменя потребляют 2/3 количества калия и почти 46 % фосфора, а к фазе цветения потребление питательных веществ достигает 85% (М.В. Лукьянова и др., 1990).

Потребление соединений азота, фосфора и калия по фазам вегетации происходит неравномерно.

Азотные удобрения для зерновых культур являются основным фактором, определяющим величину и качество урожая. Азот поступает в растение на протяжении всей вегетации, как один из основных компонентов, необходимых для образования белков. Особенно ячмень нуждается в этом элементе в первой половине вегетации, когда идет интенсивный рост листьев, стеблей и генеративных органов. Недостаток азота в этот период задерживает кущение, рост стебля, меняет окраску листьев, нарушает образование генеративных органов. Избыточное содержание азота в почве отрицательно сказывается на устойчивости растений к полеганию. Снабжение азотом растений после колошения уже практически не влияет на урожай, но может содействовать некоторому повышению белковости зерна (И.И. Беляков, 1990).

Озимый ячмень поглощает азот непрерывно, до 3 кг/га ежедневно. При урожае более 5,0 т/га общее потребление азота может достигать 250 кг/га и значительно различается по фазам вегетации.

О сравнительно быстром поглощении азота растениями на первом этапе свидетельствует то, что в фазе кущения накапливается 25% азота от общего потребления за вегетацию. В фазе выхода в трубку посевами усваивается 53 % азота. Максимальное потребление азота приходится на период формирования и налива зерна и к моменту молочной спелости его количество составляет 80 % от общего выноса. Это свидетельствует о необходимости нормального азотного питания до молочно-восковой спелости. В последующие фазы идет перераспределение азота из вегетативных органов в генеративные (Л.П. Лапуха, Н.В. Дорофейчук, 1996).

Удовлетворение потребности растений озимого ячменя в азоте в период вегетации зависит от многих факторов: содержания гумуса, уровня влагообеспеченности, состава и активности микрофлоры и т.д. Общую норму азотных удобрений рассчитывают в зависимости от особенности сорта,

предшественника, планируемого урожая, запасов азота в корнеобитаемом слое (А.Н. Богачев, 1998).

В связи с тем, что основное количество азота потребляется в весенне-летний период, то для получения урожая зерна в 5,0-5,5 т/га на черноземе обыкновенном его запасы в метровом слое почвы к началу весенней вегетации должны составлять 130-190 кг/га. Регулируют азотное питание подкормками, дозы которых устанавливают на основании данных почвенной и растительной диагностики (В.В. Церлинг, 1990).

Установлено, что на долю азота приходится 35-65% прибавки урожая, на долю фосфора – 24-25 и на долю калия - 10-24%. Действие калийных удобрений, как правило, статистически недоказуемо.

Фосфор необходим для жизни растений, потому что он содержится в каждой растительной клетке и входит в органические соединения, и в первую очередь – в нуклеиновые кислоты, обеспечивающие передачу наследственной информации и принимающие непосредственное участие в синтезе белков в клетках.

Роль фосфора в жизни растений велика: он участвует в передаче наследственной информации, сложных биохимических и физиологических процессах, стимулирует процессы оплодотворения, ускоряет формирование и созревание семян.

Фосфор необходим растениям уже в начале вегетации, когда происходит усиленный рост корневой системы, быстрое деление клеток, образование нуклеиновых кислот. Недостаток фосфора в этот период нельзя компенсировать его дальнейшим внесением. В течение вегетации фосфор определяет обмен веществ в растении, влияет на метаболическую активность, а также на активность синтетических процессов, входя в состав многочисленных ферментов. Недостаток фосфора задерживает формирование генеративных органов, рост корней, накопление углеводов, усвоение нитратного азота и синтез белков, снижает устойчивость к болезням (Е.В. Агафонов, Е.В. Полуэктов, 1999).

Фосфор положительно воздействует на количество связанной воды в клетках растений, что усиливает устойчивость к засухе, оказывает благоприятное влияние не только на урожайность, но и на качество зерна, поэтому он необходим растениям озимого ячменя в течении всего периода активной вегетации (Н.А.Ламан, 1985).

Самый большой дефицит фосфорного питания растения испытывают в самом начале роста и развития, особенно если содержание подвижного фосфора в почве низкое (Г.Л. Мокриевич, 2002).

Если азотного питания озимым растениям обычно не хватает ранней весной, что и компенсируется ранними азотными подкормками, то критический период в питании фосфором совпадает с самым началом развития растения, когда идет образование клеток, из которых в дальнейшем будут развиваться репродуктивные органы (И.М. Шапошникова, 2002, 2002; Е.В. Агафонов, А.В.Черепанов, 2002).

Применение фосфорных удобрений в оптимальных дозах, как указывают Е.В. Агафонов, Л.Н. Агафонова (1996), способствует заметному улучшению использования влаги, особенно в засушливые годы, что имеет немаловажное значение в условиях недостаточного увлажнения. О преобладающем значении фосфора в составе полного удобрения в полузасушливых и засушливых зонах говорится и в работе В.Д. Панникова и В.Г. Минеева (1985).

Фосфор не имеет естественных источников пополнения запасов в почве, как азот. Потребление его из почвы растениями на создание урожая можно восполнить практически только за счет внесения удобрений. Lang G (1978) указывает, что систематическим внесением больших доз фосфора (P_{50-100}) можно добиться повышенного содержания в почве его доступных форм, а следовательно, и увеличения урожайности.

На почвах с низкой обеспеченностью подвижным фосфором каждый килограмм внесенных фосфорных удобрений окупается 12-16 кг зерна (В.В. Агеев и др., 1999).

Калий играет важную роль в физиологических и биохимических процессах растений. В клетках растений он содержится, главным образом, в подвижной форме и способствует передвижению продуктов ассимиляции из листьев в другие органы, регулируя водный и азотный обмен. Калий повышает устойчивость к засухе, полеганию, болезням, способствует лучшей перезимовке, ускоряет созревание зерна. Он существенно улучшает качество растениеводческой продукции.

Озимый ячмень потребляет наибольшее количество калия в начальный период роста. В дальнейшем потребление калия из почвы идет менее интенсивно. По мере старения растений калий из старых листьев перемещается в более молодые (М.В. Лукьянова и др., 1990).

Вынос калия с урожаем всегда больше, чем фосфора и азота, поэтому значительное сокращение почвенного калийного фонда может привести к снижению или утрате экологических и хозяйственных функций почвы, т.е. к ее деградации (В.Н. Якименко, 2000).

На почвах с высокими запасами калия эффект от его внесения может отсутствовать в течение ряда лет, однако его содержание в почве за это время существенно снижается. Снижение же интенсивности калийного баланса до 65% истощает запасы элемента и приводит к невозполнимым потерям (В.И. Никитишин и др., 1996).

При правильном и полном использовании растительных органических остатков (нетоварной части урожая) калий возвращается в почву в больших количествах, чем азот и фосфор. Однако, для создания оптимального калийного питания растений при высоком уровне азотного и фосфорного, как правило, необходимо вносить в почву промышленные калийные удобрения (В.Г. Минеев, 1999).

Применение азотных, фосфорных и калийных удобрений следует рассматривать лишь с точки зрения достижения оптимального, сбалансированного режима питания растений. Оптимизация же режима питания имеет особое значение в зонах недостаточного увлажнения: удобрения

позволяют экономно использовать растениям почвенную влагу и тем самым являются мощным средством в борьбе с засухой.

Для получения максимального урожая и высокой отдачи от удобрений необходимо учитывать многие факторы: фазу развития растения, характер погодных условий, потребность растения, взаимодействие элементов минерального питания и т.д.

Высокая пластичность растений, отличные питательные качества зерна и продуктов его переработки обуславливают широкое распространение этой культуры в южном регионе России. При современной технологии возделывания себестоимость ячменя по сравнению с другими зерновыми культурами оказывается меньшей. Реализовать потенциальные возможности ячменя можно только на базе знания его биологических особенностей и способов удовлетворения требований растения на различных этапах роста и развития (В.П. Ермоленко, 1999).

Закономерности развития высших растений установлены Ф.М. Куперман (1984), позже уточнены другими учеными. Известно, что все растения проходят 12 этапов органогенеза, на каждом из которых закладывается и развивается один из компонентов урожайности (плотность продуктивного стеблестоя, число или масса зерен в колосе).

Формирование продуктивных органов осуществляется не одновременно, а более или менее последовательно. Поэтому низкие показатели одного из компонентов урожайности могут в определенной степени компенсироваться более интенсивным развитием других (К.А. Касаева, 1986).

Растения закладывают стеблей в 2-3 раза, колосков в 1,3-2, цветков в 3-4 раза больше, чем действительно реализуют в урожае. Предстоящая случайность неблагоприятных факторов (нерегулируемых и частично регулируемых) компенсируется избыточностью действия. Способность растений перестраивать свою структуру вегетативных и генеративных органов связывают с принципом обратной связи. При истощении имеющихся ресурсов жизнедеятельности, растения сбрасывают часть побегов, колосков, цветков и

зерен за счет процесса редукции. Наибольшей редукции подвергаются число побегов на растении (В.Е. Дмитриев, 2006).

В настоящее время кущение рассматривается как необходимое и важное для продуктивности свойство: оно ускоряет смыкание посевов, что важно для подавления сорняков и снижения непроизводительных затрат влаги в результате ее испарения из почвы. Но главное - кущение регулирует густоту стеблестоя, что имеет первостепенное значение в степных районах с резко меняющимися по годам условиями увлажнения (К.А. Касаева, 1986).

Дело в том, что урожай главных побегов хотя и увеличивается при оптимальных условиях, но варьирует по годам слабо. Дополнительные боковые побеги могут повысить урожайность зерна зерновых культур на 30-50 %, а в изреженных посевах на долю боковых побегов приходится до 60-70% урожая зерна (В.Н. Хомяков, 1989).

Озимый ячмень, как и другие зерновые культуры, обладает способностью образовывать дополнительные побеги. И это важное и необходимое для продуктивности свойство рассматривается как фактор естественного регулирования густоты стеблестоя.

В кущении есть и отрицательные стороны: обеспечивая саморегуляцию посева, оно способствует дифференциации стеблестоя по мощности развития. Будучи в разном физиологическом состоянии, разновозрастные побеги в дальнейшем колосятся, цветут и созревают неравномерно (М. Штрук, Г. Нестеров и др., 2002).

Значительное влияние на урожайность озимого ячменя оказывает время появления колоса в период колошения. Чем раньше появляется колос, тем он мощнее, более озерненный и наоборот, чем позже колосится стебель, тем больше снижается число колосков, зерен в колосе и их масса. Так, при общем количестве около 20 зерен в колосе, недобор 4-5 зерен с каждого колоса представляет потерю урожая около 20-25% (З.Б. Борисоник, 1974).

Озимый ячмень неравномерно развивается не только в пределах массива, но и отдельных частей колоса. Заложение цветочных бугорков и их

дифференциация начинается с нижней части средней трети колоса и распространяется по направлению к его вершине и основанию, так же как и заложение и формирование колосовых бугорков. Таким образом, колос развивается во время цветения и в период формирования зерна вплоть до его созревания, т.е. полости средней части колоса продолжают опережать в своем развитии полости основания и вершины (Н.М. Rawson, L.T. Ewans, 1970).

Форма и окраска, размер и масса, химический состав и биологические особенности семян зависят от положения их на материнском растении. Наиболее крупные и тяжелые зерна были центральные на главном стебле. Они превышали боковые побеги по массе 1000 семян на 8-9 г и на 4,0-4,2 г по интенсивности начального роста. Очевидно, что центральные цветки колоса ячменя находятся в лучших условиях питания в период цветения и формирования зерновки. Более мелкие зерновки образуются на верхней и нижней части колоса, поэтому они обладают разными физическими, посевными и урожайными свойствами (Ю.Б. Коновалов, 1981).

В пределах колоса, зерновки нижней части завершают налив быстрее, чем середины. В результате этого смена фаз спелости происходит недружно, с включением в каждую из них семян различного состояния. По данным Г.И. Матвеева (1970) при уборке ячменя в фазу восковой спелости (влажность зерна 33%), в пробе имелись зерна в молочной, тестообразной, начале восковой, восковой и полной спелости.

Интенсивность и продолжительность периода колошения зависит от сортовых особенностей культуры и условий возделывания: с ухудшением или улучшением последних он существенно может удлиняться, что приводит к дифференциации растений по мощности развития. Так, исследованиями N. Rizulj и др. (2000) определено, что продуктивность физиологически разновозрастных побегов может различаться в 1,5-5 раз.

Установлена заметная неравномерность в наступлении спелости зерен в пределах одного и того же растения и даже колоса: через 29-31 день после цветения влажность зерна ячменя в колосе побега кущения была 35,8%, а в

колосе главного побега 20,9%, в том числе в верхнем ярусе 18,7% и в нижнем 23,0% (Э.Д. Неттевич и др., 1981).

Растянутасть колошения способствует значительному колебанию влажности зерна на поле (от 0,7 до 12,2%), даже в пределах одного колоса колебания влажности зерна достигают 8-10% (Коновалов Ю.Б., 1981).

Неравномерно созревающие посеы рекомендуется убирать двухфазным способом. Раздельная уборка позволяет устранить противоречия между биологией созревания растений (неравномерное развитие, растянутое созревание) и уборкой урожая. Единый процесс уборки она расчленяет на два самостоятельных: скашивание хлебов в валки и высушивание зерна и соломы в валках до пределов, обеспечивающих работу комбайнов, в результате чего выравнивается разнокачественность зерна (Э.В. Жалнин, В.Л. Шполянский и др. 1988; Е.Я. Улицкий, 1991).

Для этого способа важно определить фазу спелости зерна, при которой прекращается поступление пластических веществ в зерно. Начало научного подхода к изучению зернообразования у хлебов было положено во второй половине 19 столетия работами А. Новацкого (1889) в Германии. Установленные более ста лет назад фазы спелости для пшеницы (молочная, желтая, полная и перезрелость) не всегда полно и правильно отражают ход развития зерна и поэтому требуют корректировки.

Позднее, Н.Н. Harlan (1920); Н.Н., Harlan M.N., Pope (1923); Г.М. Медведев (1937) определили, что по мере созревания семян в них снижается содержание воды. Так, влажность семян ячменя через 29 дней после опыления была 47-48%. Через 14 дней после наступления физиологической спелости происходит быстрое обезвоживание и влажность снижается до 12-13%. Поступление сухих веществ прекращается при влажности 38-40%, очевидно из-за свертывания гидрофильных коллоидов независимо от того, остается растение на корню или находится в скошенном состоянии.

Работы Н.Н. Кулешова (1960, 1963) внесли определенную ясность по вопросу зернообразования у хлебов. Изучив процесс обезвоживания семян и

его связь с накоплением в них пластических веществ, он пришел к заключению о наличии трех качественно различных этапов в формировании и созревании зерна:

- на первом этапе, до наступления молочной спелости и влажности 65-70%, зерну свойственны создание вместилищ для пластических веществ, высокий уровень содержания воды и малое количество сухих веществ;

- на втором этапе, при наливе зерна, протекающем до конца фазы тестообразного состояния и влажности 38-40%, характерен интенсивный прирост сухих веществ;

- на третьем этапе созревания, зерну свойственно быстрое высыхание, прекращение притока пластических веществ, причем за каждым из этих внешних изменений стоят сложные физиологические процессы.

Позднее, Г.В. Коренев (1971), З.Б. Борисоник (1974) весь процесс зернообразования делят не только на этапы, но и фазы развития, а каждая фаза имеет периоды созревания зерна: начало, середина и конец. Этапы, фазы и периоды характеризуются определенным строением, биохимическими превращениями и уровнем влажности зерна.

По мнению Н.С. Беркутовой и И.А. Швецово́й (1977), развитие и созревание зерна – это более многоступенчатый процесс, который включает в себя:

- увеличение линейных размеров и объема зерновки;
- накопление сухого вещества и увеличения массы;
- перераспределение и синтез сложных органических веществ, входящих в состав зерна;

- снижение влажности, причем уменьшение оводненности семян является нормой, а не патологией, о чем свидетельствуют их энергетическая полноценность дыхания и накопления макроэнергетических соединений (К.Е. Овчаров, 1976).

S. Broniewski, K. Duczmal и др. (1976) период развития семян также делят

на три стадии:

- эмбриональный (X этап органогенеза) – рост семени в длину, развитие зародыша, максимальная интенсивность дыхания, максимальное содержание легкорастворимых соединений;

- накопление сырьевого материала (XI этап органогенеза) – стадия окончания периода формирования эндосперма, переход от полужидкой консистенции запасных веществ к более плотной. В эндосперме активизируется процесс формирования алейроновых клеток, идет накопление специфических пластических и физиологически активных веществ;

- созревание семян (XII органогенеза) - сопровождается снижением влажности семян, заканчивается формирование зародыша и поступление питательных веществ в зерновку, сухое вещество представлено запасными структурами.

При рассмотрении процесса зернообразования немаловажная роль отводится показателям, характеризующим ход накопления сухого вещества и изменение влажности зерна ячменя, массе 1000 сырых и абсолютно сухих зерен. Как известно, в процессе зернообразования сухое вещество и вода образуют единую систему, единый биологический блок, значительное место в котором отводится воде. Она является тем мощным импульсом, который приводит в движение все сложные биохимические процессы: биосинтез и передвижение, превращение и отложение пластических веществ в запас. Любое проявление жизнедеятельности зерна - это определенный комплекс биохимических превращений, почти всегда связанный с использованием воды. Все полимеры биологического происхождения (белки, жиры, углеводы) образуются с выделением свободной воды, которая затем или теряется в результате транспирации, или участвует в других реакциях как химический реагент (Аскоченская, 1982).

Установлено, что основная масса воды теряется семенами как биологическим (активная отдача в насыщенную атмосферу, пассивное выдавливание за счет уменьшения гидрофильности веществ, использование в

процессе обмена), так и физическим путем (испарение), который играет решающую роль только на последних этапах созревания семян (К.Е. Овчаров, 1976).

На последнем этапе зернообразования преобладают физические процессы над биологическими. Физиологическая роль воды снижается и в дальнейшем идет высыхание всех органов растения, темпы которого зависят от условий погоды (И.В. Свисюк, 1984).

Однако, ряд исследователей считают, что при созревании происходит не только высыхание зерна, но и передвижение пластических веществ из стебля, колоса, цветковых чешуй в зерно и их биохимические превращения, которые сводятся к синтезу сложных высокомолекулярных органических соединений из простых низкомолекулярных. Превращения сопровождаются снижением влажности зерна (С.В. Чижмак, В.Д. Жерновский, 1998).

Обезвоживание происходит и в результате развития органов зерна. Растущие зародыш, coleoptиле, щиток вытесняют временные питательные ткани, уменьшая их гидрофильность (Г. Томас, 1978).

Возможность перемещения пластических веществ при сравнительно низкой влажности обусловлены неравномерностью обезвоживания частей зерновки. Эндосперм формируется и созревает в разных местах семени неодновременно. Наиболее молодые его клетки расположены вблизи зародыша, поэтому влажность эндосперма в вентральной (брюшной части) части зерновки во время восковой спелости бывает на 1,84-2,54% выше, чем в дорзальной (спинной) стороне. Очевидно, обезвоживание клеток эндосперма начинается не мгновенно во всей массе зерновки, а постепенно - с центральной части и распространяется на периферию. При определенных метеорологических условиях, с вентральной части зерновки ячменя, где сосредоточены проводящие ткани, пополнение эндосперма будет продолжаться до прекращения физиологической связи зерновки с материнским растением (N. Pizulj и др., 2000).

Неравномерность обезвоживания эндосперма у ячменя в период

созревания более выражена, чем у других культур и связано это с особенностями строения зерновки. У ячменя зерновка заключена в пленки, которые прирастают к плодовой оболочке (перикарпию) и предохраняют ее от разного воздействия внешних условий. Зерно не так быстро увлажняется и набухает во время кратковременных дождей и не так быстро отдает влагу при жаркой и сухой погоде.

Строение же цветковых чешуи (пленок) сходно с листьями. Они имеют устьица и проводящие пучки в нервах, которые через сложную сеть жилок объединяют все органы растения в одно целое, обеспечивая единый обменный процесс. Этим, очевидно и объясняется тот факт, что в годы с более низкой температурой в период налива и созревания, когда вегетативные органы хорошо развиты и долго сохраняют высокую влажность, прирост сухого вещества в зерне заканчивается в более поздние сроки, чем в годы с более высокой температурой и меньшей влажностью в этот период (М.В. Лукьянова и др., 1990).

В регулировании процессов приток-расход при сравнительно низкой влажности зерна (ниже 30%) определенная роль принадлежит алейроновому слою ячменя, который состоит не из одного периферического слоя клеток эндосперма, а из двух-трех и более. Заполнение клеток алейронового слоя белками, жировыми отложениями и другими питательными веществами не вызывает деформации и отмирания клеточных ядер, поэтому в период созревания клетки алейронового слоя не подвергаются дегенерации, у них не изменяется клеточная структура, они остаются живыми и проявляют физиологическую активность при любой влажности зерна (Н.А. Аскоченская, 1982).

Наличие большого числа клеток алейронового слоя с физиологически активными ядрами, расположенными в непосредственной близости от семенной оболочки, внутренний слой которой содержит слизистое вещество, способное набухать и удерживать воду, позволяет сделать предположение, что в этой части зерновки возможно передвижение пластических веществ по

клеточным структурам и отложение их в запас (В. Хайдекер, 1978).

В опытах, проведенных на Эрастовской опытной станции установлено, что масса зерна зерновки ячменя увеличивается до конца восковой спелости несмотря на то, что из-за повышенной ее влажности (более 20%) наблюдается интенсивное дыхание, на которое тратится значительное количество углеводов. Очевидно, что расход сухого вещества на процесс дыхания в этот время компенсируется притоком их в зерновку из вегетативных органов. В зависимости от условий, определяющих интенсивность дыхания созревающей зерновки, изменяется и прирост ее массы в этот завершающий период. После компенсации расхода углеводов на процессы дыхания, часть из них откладывается в зерновку, благодаря чему наблюдается увеличение ее массы (З.Б. Борисоник, 1974).

Полное прекращение накопления сухих веществ зависит от складывающихся условий:

- при высоких температурах и низкой относительной влажности воздуха оно может прекратиться уже в начале восковой спелости;
- при влажной погоде в конце налива прирост сухих веществ отмечается практически до полной спелости, то есть до тех пор, пока зерновка сохраняет связь с материнским растением;
- у скороспелых сортов приток заканчивается в более ранней фазе.

По мнению Р.Р. Исмаилова, Р.Б. Нурлыгаянова (2001) накопление сухого вещества происходит неравномерно: наиболее интенсивно увеличивается масса 1000 зерен в период молочно-восковой спелости (суточный прирост массы зерен составил 1,08), а наибольшего значения она достигает к концу восковой спелости.

В фазе твердой спелости и в дальнейшем наблюдается снижение массы зерен, которое за 10 дней после наступления твердой спелости составило 5,1%. Потеря сухого вещества после созревания объясняется расходом питательных веществ зерна на дыхание.

В последние годы многие исследователи пришли к заключению, что при

уборке нужно учитывать специфику созревания зерна различных культур и сортов, физико-механические свойства уборочной массы, скорость и равномерность созревания зерна, урожайность, биоморфологические особенности сельскохозяйственных культур (Л.И. Храмцов, 2000).

Результаты многих исследований позволяют рассматривать динамику сухого вещества в зерне как результат двух взаимно противоположных процессов зернообразования: притока пластических веществ в зерно и частичного расхода их на развитие зародыша, на дыхание зерна, а иногда на выщелачивание и экзосмос. Первый процесс заканчивается с исчезновением хлорофилла в вегетативных частях растений, нарушением связи между зерновкой и материнским растением и наступлением предельной влажности зерна, при которой происходит коагуляция всех содержащихся в эндосперме коллоидов. Второй процесс продолжается дольше, но интенсивность его определяется влажностью зерна, а также влажностью и температурой окружающей среды (П.П. Васюков, Н.В. Серкин, 2000).

А.А. Сокол (1985), И.В. Свисюк (1984) отмечают, что при обычных на юге летних температурах с повышением влажности, дыхание зерна намного усиливается: при влажности 17% оно возрастает по сравнению с зерном влажностью 14% в 19 раз, а при увеличении влажности с 11 до 32% - в 70 раз.

Наступление нулевого баланса этих двух процессов (приток равен расходу), обычно соответствует завершению налива зерна. Перемещение пластических веществ в зерно, пока его средняя влажность выше 15-16%, может еще продолжаться в размерах, равных расходу на дыхание. Признаком же прекращения поступления пластических веществ в зерновку является некоторая убыль зерна (З.Б. Борисоник, 1974).

Снижение массы зерновки происходит после полного физиологического отчленения их от материнского растения. Каждый день перестоя сопровождается ощутимыми физиологическими и механическими потерями: убыль массы зерна происходит главным образом в результате уменьшения содержания углеводов. Количество сырого протеина в зерне ячменя возрастает

до твердой спелости и при перестое практически не уменьшается (Н.И. Шабанов, 2001).

Выпадение осадков в период созревания (особенно в его конце) активизирует процесс гидролиза крахмала, а продукты этого процесса вымываются дождевой водой (Ф.М. Куперман, 1984).

Определенный интерес в зернообразовании ячменя представляет вопрос о наступлении максимальной массы 1000 сырых и сухих зерен. По мнению многих исследователей, изучавших налив и созревание пшеницы и ржи, пик сырой и сухой массы наступает одновременно или разрыв между ними составляет 1-2 дня. Влажность зерна в этот период находится в (пределах 38-40%. При такой влажности происходит коагуляция белковых коллоидов, после чего поступление сухих веществ в зерно возобновиться не может (Н.Н. Кулешов, 1963).

Считается, что после достижения максимума массы сырых зерен физиологическая роль воды снижается, прекращается связь зерновки с материнским растением и в дальнейшем идет высыхание всех органов растения, темпы которого зависят от условий погоды и поэтому увеличение сухого вещества не будет (Н.С. Беркутова, 1991).

Однако, появились исследования, в которых утверждается, что масса 1000 сырых зерен у ячменя достигает максимального значения в конце фазы тестообразного состояния, а предельное значение сухих зерен приходится на более поздние периоды зернообразования - середину или конец восковой спелости в зависимости от условий года, то есть разрыв между двумя максимумами составляет 5-14 дней. К моменту достижения пика сухого вещества зерна, влажность его колеблется от 20 до 25%, т.е. максимальная масса абсолютно сухого вещества наступает в конце восковой спелости. Это указывает на то, что физиологическая связь зерновки с материнским растением еще не прервана, а проводящие пути стеблей сохраняют способность перемещать влагу и пластические вещества в репродуктивные органы до твердой спелости (З.Б. Борисоник, 1974).

При благоприятных погодных и агротехнических условиях передвижение пластических веществ в колос из листовых пластинок, листовых влагалищ и стеблей внешне проявляется в постепенном отмирании листьев, начиная с нижних. Такая очередность увядания листьев в период зернообразования способствует лучшему наливу зерна. При этом зерно воспринимает полностью весь заготовленный для него запас пластических веществ, и лишь после совершенной выполненности зерна, налив заканчивается естественным образом (Н.В. Цингер, 1958).

В засушливые годы происходит ускоренное отмирание листьев, в результате чего быстро снижается влажность междоузлий и колоса. При этом период зернообразования укорачивается, в зерне ускоряются все химические процессы. Резкое снижение влажности колоса вызывает засыхание ножки, соединяющей зерно с материнским растением. В результате преждевременной физиологической разобщенности пластический материал остается в вегетативных органах (В. Крокер, Л. Бартон, 1955).

Существенную роль в оценке завершения накопления пластических веществ созревающего зерна может сыграть изучение динамики природы. На величину природы влияет так много факторов и взаимодействие их столь сложно, что далеко не всегда можно получить достаточно четкие выводы об их значении. Однако ясно, что масса отмеренного при определенных условиях объема зерна будет тем больше, чем больше количество зерен поместится в данном объеме и выше степень выполненности этих зерен. Поэтому натура в первую очередь определяется плотностью укладки зерна или ее скважистостью, которая в свою очередь зависит от формы, упругости, размеров и состояния поверхности, а также от их массы и влажности (Г.А. Егоров, 1985).

При высыхании зерна изменяется его плотность, которая напрямую связана с химическим составом зерновки. Известно, что вещества, входящие в состав зерна, имеют различную плотность: жира – 0,924...0,928; белков – 1,240...1,313; крахмала – 1,458...1,630; клетчатки – 1,250...1,404 г/см³. Следовательно, чем больше белка и крахмала синтезируется в эндосперме, тем

выше плотность зерна и соответственно натуре (Л.Н. Трисвятский, В.Е. Мельник, 1983).

Большое значение на плотность зерна оказывает анатомическое строение зерна. В тканях зерновки имеются поры и капилляры, которые заполнены воздухом. По данным Г.А. Егорова (1985) объемное содержание воздуха в зерне ячменя составляет от 7,6 до 14,5%. По мере высыхания зерна, изменяется не только количественный состав вещества зерновки, но и ее удельный объем. Структура эндосперма становится более плотной, а следовательно и натура зерна будет возрастать.

Н.С. Беркутова, И.А. Швецова (1984) считают, что снижение влажности зерна на 1% в конце фазы созревания, приводит к повышению натуре на 0,6 – 1,5 г.

Многие исследователи установили существенную прямую связь между натурой и массой 1000 зерен:

- максимальному значению массы 1000 зерен (середина восковой спелости) соответствует наибольший показатель натуре зерна (И.М. Коданев, 1976).

- независимо от динамики массы 1000 зерен, наибольший показатель величины натуре достигает в фазу полного созревания зерна, а затем с увеличением дней перестоя зерна на корню начинает снижаться (Р. Нурлыгаянов, 2001);

- масса крупных, тяжелых фракций зерна (от 40 до 60 г) не влияет на натуре зерна (Коновалов, 1981);

- тесная связь между двумя показателями наблюдается в интервале массы 1000 зерен от 15 до 40 г; недозревшие, щуплые зерна, с пониженной массой имеют и пониженную натуре (В.Г. Минеев, А.Н. Павлов, 1981).

Однако, вследствие большой зависимости натуре от многих факторов, ее с известными ограничениями можно считать одним из показателей массы 1000 зерен. Не являясь устойчивым признаком, она не дает надежного представления о массе 1000 зерен и может изменяться в разных соотношениях.

1.3 Роль сорта и отзывчивость озимого ячменя на удобрения

В современных условиях сорт стал тем фактором, без которого невозможно реализовать достижения научно-технического прогресса. Он служит биологическим фундаментом, на котором строятся все остальные элементы урожайности. При этом сорт, как биологическую систему, использующую солнечную энергию, нельзя заменить ничем, в этом отношении он уникален (Э.Д. Неттевич, 2001).

Для того, чтобы сорт мог дать высокие урожаи, его растения должны отвечать, по крайней мере, трем основным условиям:

- успешно противостоять неблагоприятным воздействиям внешних факторов;
- с максимальной эффективностью использовать благоприятные условия среды;
- иметь высокую продуктивность и сохранять ее в производственных посевах (Л. Райнер, И. Штайнберг и др., 1980).

Потенциал продуктивности современных сортов зерновых культур превышает 70-80%, а полная реализация возможности колоса озимого ячменя (60-70 зерновок) позволит получить 40-50 тыс. зерновок /м², что составит 10-12 т/га (В.Г. Сенченко, Н.А. Сенченко и др., 1993).

Ячмень в производственных условиях может давать урожай свыше 5,0 т/га, а выведенные в последнее время сорта обладают потенциальной урожайностью 7,0-8,0 т/га (Н.Н. Георгиев и др., 1988).

Уровень урожайности и экономическая эффективность зависят от полноты проявления его биологических свойств, которые могут быть максимально реализованы сортом только в определенных природно-экономических условиях. Хозяйственников интересует не только технология культуры в целом, но и ее элементы, обеспечивающие достижения максимального уровня урожайности в конкретных условиях.

Н.И. Вавилов сформировал 46 требований к сорту, все они важны и в комплексе создают идеал сорта. Однако, для каждой зоны нужны сорта, у которых ряд признаков был бы ведущим. По степени важности хозяйственно-ценных признаков для сухих районов их можно расположить в следующем порядке: продуктивность – засухоустойчивость – качество зерна – устойчивость к болезням. Для более влагообеспеченных районов: продуктивность – устойчивость к полеганию – качество зерна – устойчивость к болезням – равномерное созревание и короткий период вегетации (А.С. Гриб, 1989).

В условиях интенсификации зернового производства значение правильного подбора сорта с учетом его биологических особенностей, природно-климатических и почвенных условий, а также назначения зерна (кормовое, продовольственное) существенно увеличивается (А.В. Пухальский и др., 1988; А.А. Сокол, Е.Г. Филиппов и др., 2000).

Урожайность интенсивных сортов сельскохозяйственных культур снижается из-за любого нарушения технологии обработки почвы, посева, подкормки, применения средств защиты растений и т.д. Чем урожайнее сорт, тем он требовательнее к условиям возделывания и нуждается в выполнении всего комплекса технологических операций (В.И. Макаров, 2000).

В последние годы наблюдается снижение урожайности зерновых культур, хотя на смену экстенсивным сортам пришли интенсивные с высоким потенциалом урожайности. Как оказалось, эти сорта создавались в условиях максимального обеспечения растений элементами питания и защиты. Поэтому в годы с неблагоприятными погодными условиями эти сорта теряют адаптивность и сильно снижают урожай (С.Н. Кравцов, 2001).

Изменение технологии выращивания зерновых культур, включая и ячмень (сокращение доз минеральных удобрений, ограничение применения средств защиты растений от болезней и вредителей, удлинение сроков сева и уборки и т.д.) вызывает необходимость определенной коррекции в отношении вновь создаваемых сортов. С учетом этих реалий на первое место выдвинуты

адаптивность и стабильность урожайности в широком диапазоне условий возделывания.

Специально поставленные опыты показали, что стабильную по годам урожайность пластичный сорт в зоне его возделывания формирует не за счет биологической устойчивости к стрессовым факторам, а за счет выносливости (толерантности).

Для повышения и стабилизации урожайности ячменя необходимо в каждом районе иметь систему сортов – взаимострахователей, различающихся по адаптивности к неблагоприятным факторам, продолжительности вегетационного периода. Такие сорта должны обладать разной генетической природой устойчивости к основным заболеваниям (Н.А. Родина, 2001).

Установлено, что продуктивность озимого ячменя хотя и обусловлена наследственными особенностями, но в значительной степени зависит от технологии возделывания и агрометеорологических факторов, которые по периодам вегетации создают предпосылки для проявления генетического потенциала и определяют уровень реальной урожайности (А.С. Найденов, Л.М. Лопатин и др., 1991).

Имеющиеся достижения по селекции озимого ячменя свидетельствуют о том, что современные сорта успешно сочетают высокую продуктивность, скороспелость, морозозимостойкость и другие хозяйственно-биологические признаки. Без ощутимых затрат, без конфликтов с природой, только за счет посева нового сорта можно повысить продуктивность озимого ячменя на 10-15%. Учитывая то, что сорта дают максимальную отдачу в урожае в первые годы, то эту цифру можно повысить еще на 5-10 % за счет интенсивных приемов возделывания культуры (А.С. Ерешко, 2005).

Внедрение в производство новых сортов, имеющих высокую зимостойкость, продуктивность, устойчивость к полеганию, обеспечит лучшую сохранность посевов озимого ячменя в зимний период, что позволит увеличить ареал возделывания под этой культурой на юге России.

На Северном Кавказе озимый ячмень очень отзывчив на удобрения, особенно при посеве по бедным предшественникам (Л.П. Бельтюков, 2002). Исследованиями, проведенными в Донском селекцентре, было установлено, что высокие прибавки урожайности сортов озимого ячменя, посеянного после кукурузы на силос, были получены при внесении $N_{40}P_{60}K_{40}$ до посева (1,06-1,36 т/га) или $P_{60}K_{40}$ до посева + N_{40} весной (1,08-1,54 т/га) (Л.П. Бельтюков, А.А. Грищенко, 1993).

По мнению этих авторов, внесение $P_{60}K_{40}$ до посева + N_{40} весной является более надежным приемом, поскольку фосфорно-калийные удобрения, внесенные осенью, сдерживают рост растений, предохраняя их от осеннего перерастания. Азот, дополнительно внесенный весной, усиливает поглощение фосфора и калия растениями, активизирует ростовые процессы и, в конечном итоге, повышает урожайность. Такое сочетание удобрений обеспечивало высокую оплату 1 кг питательного вещества удобрений зерном – 7,6-11,0 кг. Это нашло свое подтверждение в опытах и с другими сортами озимого ячменя (Н.Г. Янковский, 2003).

Там же в опыте с минимальными дозами минеральных удобрений $N_{20}P_{30}K_{20}$ было установлено, что современные сорта озимого ячменя Силуэт и Ростовский 55 положительно отзывались на их внесение. Урожайность зерна составила 5,08 и 5,22 т/га, а прибавка – 0,82 и 0,75 т/га соответственно. В этом случае окупаемость зерном на 1 кг. д.в. внесенных туков составила 11,7 (сорт Силуэт) и 10,7 кг (сорт Ростовский 55), что имеет немаловажное значение при сложившихся рыночных отношениях.

Опытами Кубанского государственного аграрного университета в 2002-2004 гг. на выщелоченном черноземе было установлено, что внесение 20 т/га навоза и 200 кг/га P_2O_5 способствовало увеличению биологического урожая озимого ячменя на 12%. Повышение дозы удобрений вдвое дало прибавку урожая 30%, а при внесении тройной дозы удобрений – 49% (В.М. Гачегов, 2005). Однако, как показали расчеты, наиболее экономически выгодно и энергетически целесообразно внесение минимальной дозы удобрений перед

посевом ($N_{25}P_{30}$) + N_{25} рано весной в подкормку, что способствует получению экологически чистой продукции.

О положительном влиянии весенней азотной подкормки сортов озимого ячменя Сармат, Самсон и Хуторок свидетельствуют исследования, проведенные в 2004-2005 гг. на экспериментальной базе Краснодарского НИИСХ им. П.П. Лукьяненко на выщелоченном черноземе. Использование весенней подкормки в дозе N_{40} , как на неудобренном фоне, так и на фоне $N_{12}P_{50}K_{50}$ увеличивало урожайность изучаемых сортов на 1,2-1,8 т/га по сравнению с вариантом без подкормки. Высокие дозы азотных весенних подкормок (N_{60} и N_{80}) экономически малоэффективны, потому, что увеличивают общую и продуктивную кустистость растений озимого ячменя, что приводит к полеганию посевов в фазу налива зерна и снижению урожайности зерна, особенно в благоприятные по увлажнению годы. Использование же N_{60} весной на фоне улучшенного фосфорно-калийного режима питания ($N_{12}P_{50}K_{50}$) способствовало получению прибавок урожайности у сортов Сармат, Самсон и Хуторок 0,4; 0,9 и 0,7 т/га соответственно по сравнению с вариантом весенней подкормки в дозе N_{40} (Г.В. Чуварлеева, 2005).

Е.Е. Кочетова (2003) считает, что получение максимального урожая озимого ячменя возможно только при применении интенсивной технологии с внесением высоких доз удобрений, интегрированной системы защиты растений от сорняков, вредителей и болезней на фоне высокого плодородия почвы.

Эти положения нашли свое отражение в рекомендациях производству при возделывании озимого ячменя в южной зоне Ростовской области (Л.П. Бельтюков, А.С. Ерешко и др., 2005).

Озимый ячмень обладает высокой потенциальной продуктивностью. В 2001 году на Целинском ГСУ Ростовской области была получена урожайность зерна озимого ячменя более 100 ц/га, однако из-за недостаточной зимостойкости сортов озимого ячменя в отдельные годы он сильно изреживается или погибает. В годы с достаточным увлажнением посевы полегают и урожайность снижается.

1.4 Сроки и способы уборки урожая

Уборка всегда была одним из важных, ответственных и завершающих этапов технологического цикла выращивания урожая. Она подводит итог всему комплексу предыдущих работ по оптимальному выбору районированных сортов, подготовке семян, почвообработке, посеву, уходу за посевами. Вместе с тем, это самые ресурсоемкие операции. Так, эксплуатационные затраты на уборку составляют 50-55% всех затрат на возделывание. Это обосновывает необходимость постоянного совершенствования технологий уборки и технических средств для их реализации (Э.В. Жалнин, 2004).

Способы уборки хлебов прошли ряд этапов в своем развитии: от серпа до самоходного комбайна, от многофазной до одно- и двухфазной уборки.

В довоенные и первые послевоенные годы основным способом уборки в России оставалось прямое комбайнирование. Уборка зерновых очень растягивалась и проходила в течение 20-30 дней и больше, что вызывало значительные потери зерна (В.З. Сергеев, 1970).

К середине 50-х годов 20 века в стране резко обозначилась необходимость быстрого увеличения производства зерна. Наряду с прямым комбайнированием при полной спелости зерновых культур было предложено применять двухфазный способ уборки при восковой спелости зерна (А.А. Сокол, 1985).

Раздельная уборка позволяла на 8-10 дней раньше приступить к скашиванию по сравнению с прямым комбайнированием, а это уменьшало время пребывания зерновых культур на корню и значительно ослабляло напряженность уборочных работ.

Применение этого способа давало возможность увеличить производительность комбайнов на 25-30% и при этом получать сухое и чистое зерно, в результате чего уменьшались затраты труда и средства на послеуборочную обработку его на токах (В.И. Гармашов, А.И. Селиванов, 1986).

Каждый раз с изменением технической оснащенности хозяйств менялся и

подход к определению лучших способов уборки. Так было, когда на смену серпу внедрялась коса, а на смену косе пришла жатка, а на смену жатке – комбайн (Г.Е. Чепурин, 1991).

Двухфазный способ уборки – это значительный шаг в совершенствовании технологии выращивания зерновых культур. По сравнению с однофазным он позволяет более, чем в 2 раза снизить механическое повреждение зерна, уменьшить его потери из-за недомолота, повысить универсальность молотильно-сепарирующего устройства.

Следует отметить, что с момента широкого внедрения нового способа уборки, изменились и сроки скашивания, появилось больше мнений и исследований в защиту или против того или иного способа и срока проведения уборки (Э.В. Жалнин, 1998).

Анализ современного состояния уборки зерновых культур выявляет ее низкую эффективность:

- по техническому обеспечению уборочных работ Россия отстает от ведущих стран мира в 3-6 раз;

- изменилась территориальная структура регионов страны: вместо 12 зон введено 8 округов с перераспределением посевных площадей и масштабов возделывания зерна;

- общие посевные площади под зерновыми уменьшились в 1,5 раза;

- ослабла роль государственных механизмов управления сельским хозяйством;

- объемы применения различных технологий уборки деформировались в сторону малооперационных, менее ресурсоемких и результативных по валовым сборам зерна.

В настоящее время в связи с резким расслоением коллективных и фермерских хозяйств по уровню финансовой состоятельности, объемам производимой продукции и др., рыночная экономика требует пересмотра многих вопросов технологии уборочных работ.

По мнению ведущих научно-исследовательских институтов страны на

период до 2010-2015 гг., приоритетными направлениями технологии уборки становятся: прямое комбайнирование (на 55-60% площадей – Южный, Центральный, Северо-Западный и Дальневосточный регионы), отдельная уборка (на 35-40% площадей – Приволжский, Уральский, Сибирский регион) и другие способы (до 5% - с очесом, уборка на зернофураж, сбор в стога). В этих рекомендациях отдается предпочтение прямому комбайнированию, так как поднимется общая культура растениеводства, начнут реализовываться принципы технологизации производства (Н.Ф. Стребков, 2002; П.А. Шабанов, Н.П. Шабанов, 2006).

До недавнего времени в целом по стране состояние масштаба применения способов прямого комбайнирования и отдельной уборки оценивалось примерно одинаково (50:50), хотя в отдельных регионах явное предпочтение отдавали отдельной уборке, не всегда оправданная и часто вынужденная мера (нет удобрений, не применяется защита растений, низкий уровень технологии выращивания и т.д.). Исходя из этого формировался и парк уборочных машин (И.И. Косилов, 2006).

Способ уборки определяется состоянием посевов, складывающимися погодными условиями, спецификой сорта, наличием техники и другими факторами.

Уборка прямым комбайнированием предпочтительна при наступлении полной спелости, когда влажность зерна достигает 16-18%, на дружно созревающих, не полегших, чистых от сорняков полях, а также на посевах с редким и низким стеблестоем на низком срезе и в сжатые сроки (В.Г. Кутилкин, 2006).

Однофазная уборка позволяет механизировать и объединить трудоемкие работы по скашиванию, обмолоту и очистке хлебной массы в единый процесс, что значительно поднимает технический уровень уборочных работ и резко повышает производительность труда. При оптимальной сортовой структуре, когда в посевах включены ранние, среднеранние и поздние сорта ячменя, прямое комбайнирование обеспечивает более высокий сбор зерна с единицы

площади (на 3,7-15,9%) в связи с меньшими потерями, при этом зерно имеет высокие технологические качества – тонкопленчатость, хорошую выровненность и выполненность (Н.И. Стружкин, 2001).

Вопрос об изменении технологии уборки в пользу прямого комбайнирования может вставать то остро, то ослабевать. Ненастые ячмень лучше переносит на корню, поэтому в отдельных регионах страны удельный вес прямого комбайнирования может составлять 60-80%. Иногда вторая половина лета характеризуется частыми дождями, выпадением обильных рос. При таких условиях скошенная хлебная масса в валках подсыхает медленнее, чем на корню. Если валки лежат долго, они зарастают сорняками, а в отдельных случаях зерно может прорасти. При таком сочетании погодных условий применяют только однофазную уборку (Л.И. Храмцов, 2000).

Практика уборки ячменя в Ростовской области показывает, что после обильных дождей для просыхания скошенной массы требуется не менее 1-3 дней, в то время как ячмень, оставшийся на корню подсыхает и бывает готов для прямого комбайнирования через несколько часов солнечной погоды (А.А. Сокол, 1985).

Однако, А.А. Сокол, Е.Г. Филиппов (2000); Е.Г. Филиппов (2002) считают, что отдельная уборка во многих регионах остается важным технологическим приемом. Она оправдана при большой засоренности посевов, неравномерном созревании и сильном развитии подгонов.

Двухфазная уборка нормализует зерно по влажности, используя естественную сушку, создает благоприятные условия молотилки комбайна, снижает затраты на доработку семян (Г.П. Воровкин, 1991).

Этот способ уборки предохраняет посевы от возможного градобития, истекания зерна, снижает поражение вредителями, устраняет осыпание зерна от воздействия ветров и других неблагоприятных факторов (Г.А. Окунев, 2004).

Преимущество отдельной уборки, по мнению многих исследователей, состоит также в получении максимального урожая: в различные по погодным условиям годы прибавка зерна составляла от 1,5 до 5,0 ц/га (5,1-17,8%), по

сравнению с прямым комбайнированием, при этом технологические показатели зерна (масса 1000 зерен, натура, содержание сырого белка) имели тенденцию к увеличению (М.А. Пазин, 2000).

Раздельная уборка позволяет устранить противоречия между биологией созревания растений (неравномерное развитие, растянутое колошение и созревание) и уборкой урожая. Единый процесс уборки она расчленяет на два самостоятельных: скашивание хлебов в валки и высушивание зерна и соломы в валках до пределов, обеспечивающих нормальную работу комбайнов, в результате чего выравнивается разнокачественность семян (Г.В. Корнев, 1971).

В валках происходит не только подсыхание, но и послеуборочное (физиологическое) дозревание, о чем свидетельствуют более высокие показатели энергии прорастания, всхожести, силы роста и массы 1000 семян. Прекращение связи растения с корневой системой приводит к одностороннему нарушению водного баланса, зерно быстро обезвоживается, сохнет, что ускоряет процессы синтеза и сокращает расход сухих веществ на дыхание (В.Н. Пакуль, 2006).

При уборке ячменя необходимо учитывать для каких целей его возделывают: на семена, фураж или технические. Семенной и пивоваренный ячмень лучше убирать прямым комбайнированием в полную спелость зерна. К этому времени в зерне происходит перегруппировка запасных питательных веществ и устанавливается наиболее благоприятное стабильное соотношение между азотными и углеводистыми соединениями (М. Штрук, Г. Нестеров, В. Филоненко, 2002).

Режим обмолота должен быть таким, чтобы полностью сохранить биологические свойства зерна как живого организма. Главной причиной потери жизнеспособности и снижение прорастаемости является травмирование зерна во время обмолота. Несмотря на то, что зерновка ячменя защищена цветковыми чешуями, при неправильном регулировании молотильного устройства повреждение ее достигает значительных размеров. Особенно сильно

травмируется зародыш при обмолоте зерна с влажностью свыше 22% (В.Н. Василенко, 2003).

Несмотря на многие положительные свойства отдельной уборки отмечаются и ее недостатки. Так, исследованиями П.А. Шабанова, Н.П. Шабанова (2006) установлено, что отдельный способ не устраняет основные недостатки классической технологии уборки, при которой необходимо перемолотить всю срезанную массу с помощью удара и перетирания в соответствующих аппаратах. При этом только около 10% мощности тратится на полезную работу, а остальная часть – на ненужную деформацию и измельчение соломы.

Двухфазный способ энергозатратен, так как хлебная масса проходит через два молотильных аппарата, в значительной степени деформируется и измельчается. По этой причине общее дробление зерна достигает 1%, а микроповреждение 13% (Э.В. Жалнин, 2005).

Найдут применение и новые способы уборки зерновых культур, обеспечивающие минимальное травмирование зерна без деформации и измельчение соломы: двухъярусный срез стеблей и одних колосьев, инерционно-очесный обмолот на корню, которые раньше вообще не рассматривались ни в каких объемах. Новые способы имеют ряд важных преимуществ перед традиционной уборкой:

- возможность качественного обмолота различных (метельчатых, колосовых и бобовых) зерновых культур в широком диапазоне влажности растений (от 14 до 70%);

- низкое травмирование зерна и семян;

- высокая степень вымолота (до 98% и выше);

- пониженные энергозатраты (0,16-0,36) кВт/кг хлебной массы) и др.

(А.К. Скворцов, 2006).

Уборка комбайном может сопровождаться большими потерями. Культура ячменя отличается тем, что при созревании стебли становятся ломкими, колосья под тяжестью зерен наклоняются, а при перестое опадают (Р.К. Тугуз,

А.В. Минакова и др., 2010).

За счет обламывания колосьев и осыпания зерна, теряются от 4,0 до 17,3% урожая, причем, из колосьев выпадает наиболее крупное, наиболее выполненное зерно, масса которого на 7,7-13,4% выше средней массы зерна на корню (А.Н. Пугачев, 1982).

Потери урожая у ячменя наблюдаются уже в самом начале фазы полной спелости и составляют 0,07-0,1 т/га на пятый день перестоя они возрастают до 0,12-0,22 т/га, а на десятый – до 0,32-0,8/га. Запаздывание с уборкой на 15 дней приводит к недобору 15-20% сформированного урожая, а 20 дней – 25-30% и более в зависимости от условий года.

Механические потери (осыпание и обламывание колосьев) зависят в основном от биологических особенностей сорта. У сортов, обладающих способностью хорошо удерживать зерно в цветочных чешуях, механические потери составляют незначительную величину. Однако даже эти сорта при уборке через 10 дней после полного созревания снижают урожай на 0,2-0,3 т/га.

В опытах ФГОУ ВПО АЧГАА (1997-2002 гг.) при изучении сроков и способов уборки потери в урожайности сортов Добрыня 3 и Бастион при перестое в течение 6-7 дней в среднем составили 0,55-0,6 т/га. Можно с уверенностью сказать, что каждый день перестоя на корню с момента возможной уборки (полная спелость) уносит с гектара от 70 до 130 кг зерна. Особенно возрастают потери после обильных дождей, сопровождаемых ветром (А.С. Ерешко, 2005).

Снижение урожая происходит и вследствие биологических потерь, которые часто связаны с процессами дыхания в зерновке. При перестое на корню или длительном нахождении созревшего хлеба в валках, зерно подвергается воздействию дождей, росы, меняющихся температур, суховеев. В этих условиях процессы дыхания усиливаются, вызывая соответственно интенсивный расход сухого вещества. Колебания влажности зерна за сутки даже тогда, когда не выпадают осадки, достигают 3-5%, а иногда и больше. В случае выпадения росы или дождей влажность зерна повышается,

интенсивность дыхания возрастает. При влажности зерна 17% она увеличивается в 19 раз, при 33% - в 70 раз (А.Г. Баштовой, В.Н. Ковалевский и др., 2002).

На дыхание зерна расходуется прежде всего углеводы, требующие для своего сгорания меньше кислорода, чем белки и жиры, поэтому перезревшее зерно ячменя содержит значительно меньше крахмала по сравнению с зерном, убранное в оптимальные сроки.

Усиленный расход органических веществ на дыхание приводит к резкому снижению массы 1000 зерен, при этом изменяется форма, плотность, выровненность зерна и соответственно его натура. Зерно обедняется витаминами и ферментами, повышается количество лигнина и целлюлозы, которые ухудшают перевариваемость получаемого корма и снижают его энергетическую ценность (З.Л. Дутченко, 1990).

Все виды потерь урожая сокращаются при своевременной уборке и правильно выбранном способе. Чтобы предотвратить и сократить потери зерна, уборку необходимо проводить в сжатые сроки, не более чем за 8-10 дней, когда физиологические и механические потери невелики, а потери за уборочными машинами легко устраняются (И.И. Беляков, 1990).

Более прогрессивным способом, с помощью которого можно увеличить наиболее благоприятный для проведения уборочных работ период, является сочетание раздельной уборки и прямого комбайнирования. Способствуя сокращению потерь, он увеличивает валовые сборы зерна, обеспечивает высокие технологические качества и свойства семян (Е.П. Луганцев, 2004).

Проблемными вопросами уборки ячменя является конкретизация их сроков проведения. По мнению многих исследователей, озимый ячмень – культура очень чувствительная к срокам уборки, так как увеличение массы зерна у него продолжается вплоть до восковой спелости. Поэтому слишком раннее скашивание часто ведет к недобору урожая. Вместе с этим культура не допускает и перестоя на корню. Как отмечает А.А. Сокол (1985) при опоздании даже на 5 дней потери зерна ячменя составляли 1,3%, а через 11 дней – 8,8%.

Однако величина потерь по годам значительно колеблется из-за различных метеорологических условий в период уборки и до ее проведения.

Несмотря на многочисленные исследования, в рекомендациях о сроках уборки нет единого мнения. Причина несогласованности в смешивании как биологической стороны развития, так и организационной стороны проведения уборки. Биологический подход ориентирует на более позднюю и быстро завершающую уборку, тогда как организационная сторона вопроса сопровождается удлинением периода уборки.

Сроки уборки тесно связаны с такими признаками растений, как фаза созревания, определяется такими элементами погоды, как осадки, влажность и температура (И.В. Свисюк, 1984).

Уже в древние времена было установлено - когда все растения пожелтеют снизу доверху и только самая верхняя часть имеет еще зеленую окраску, нужно приступать к уборке. Таким образом, считалось лучшим ранее скашивание растений.

Скашивание хлебов в России традиционно проводилось при восковой спелости зерна. Скашивали (срезали) серпом, косой или уборочными машинами (лобогрейками, самоскидками) и связывали снопы вручную или сноповязалками. Снопы складывали в суслоны. Суслоны спешили сvezти с поля и поставить около овинов на гуменниках. Здесь снопы складывались в кладь или скирду (Г.В. Коренев, 1971).

Спелость хлебов определялась по цвету, консистенции зерна, а также состоянию соломы, причем, убирали хлеба зеленоватые, не перезревшие с таким расчетом, что в валках (снопах) происходит их дозревание. Однако, хлеба, предназначенные для семян, убирали вполне спелые, не обращая внимание на потери.

С момента широкого внедрения двухфазного способа уборки хлебов, спорным вопросом в развитии зерна остается фаза восковой спелости, так как в этой фазе прекращается поступление пластических веществ в зерновку из-за свертывания гидрофильных коллоидов и по биохимическим показателям оно

превосходит зерно, полученное в другие сроки уборки.

Данная точка зрения была подтверждена работами С.И. Кононова (2002); Е.П. Луганцева (2004): ячмень, убранный в разные фазы восковой спелости отдельным способом по урожайным и посевным свойствам равноценен. Это дает хозяйству свободно выбирать срок двухфазной уборки с учетом конкретно складывающихся условий.

Вопрос о лучшем сроке скашивания и уборке неразрывно связан с биологией налива зерна и из-за многочисленных противоречий не потерял своей актуальности. Так, ранняя уборка (влажность зерна 35-40%) приводит к снижению массы 1000 зерен и потере урожая, так как в процессе созревания эти показатели заметно повышаются до конца восковой спелости и стабилизируются с наступлением полной спелости. Масса 1000 зерен – показатель, свидетельствующий о количестве сухих веществ в зерне, его крупности, выполненности. Зерна полновесные, крупные отличаются высокими физическими, биохимическими и технологическими свойствами, поэтому чем выше масса 1000 зерен, тем выше продуктивность колоса и урожайность культуры (А.Г. Баштовой, В.Н. Ковалевский и др., 2002; Z. Wang, M. Хи, 2006).

При преждевременной уборке проявляется прямая зависимость между натурой и урожайностью. На величину натуры влияет много факторов, однако крупные, выполненные, тяжеловесные зерна в колосе способствовали получению более высокого урожая.

Преждевременное прекращение поступления пластических веществ в зерновку, способствует изменению его морфологических признаков – размера, внешнего вида, содержания влаги. Снижение влажности до 40% влечет за собой коагуляцию коллоидов, после чего процесс накопления зерном сухих веществ восстановиться не может. Если это произошло в начале, середине или в конце фазы налива, то зерно не завершает нормального формирования, имеет неровную поверхность, пониженную натуру, массу 1000 зерен и существенное снижение урожайности зерновой массы (В. Захарченко, Н. Капрора, 2006).

Завершение налива зерна еще не означает физиологической его зрелости.

К этому моменту еще не завершилось накопление стойкого запаса углеводов, белка, жира, витаминов, необходимых для питания проростка и развития из него молодого растения, поэтому при определении сроков уборки необходимо учитывать сортовые особенности накопления сухих веществ по фазам налива и созревания зерна.

Ф.И. Пруцков, И.П. Осипов (1990) выделяют 3 типа сортов по специфике налива:

- сорта первого типа накапливают не менее 50% сухих веществ в молочном состоянии. Налив зерна завершают при высокой его влажности (40-35%). К середине восковой спелости эти сорта обеспечивают наивысший биологический урожай. Перестой на корню в течение 5-6 дней приводит к существенным потерям. В связи с такими особенностями налива зерна более высокие урожаи и качество зерна получают при отдельном способе уборки;

- сорта второго типа большую часть сухих веществ накапливают в тестобразном состоянии. Налив зерна завершают при довольно низкой его влажности (влажность 20-30%). Нужно учитывать, что такие сорта имеют продолжительный период дозревания в валках или на току и, в обычных условиях, оптимальный срок уборки – конец восковой спелости;

- сорта третьего типа накапливают сухое вещество равномерно по всем фазам налива, их рекомендуется скашивать при 30-35% влажности зерна, а при наступлении полной спелости – убирать напрямую.

Сроки уборки ячменя должны определяться температурным режимом в период налива. В случае повышенного режима уже к началу восковой спелости накапливается максимальный урожай. При пониженной и средней температуре он достигает максимума при влажности зерна 30%. Следовательно, скашивание в валки в начале восковой спелости, которое возможно при повышенных температурах воздуха, при пониженном и среднем температурном режимах будет преждевременным, так как приведет к определенным потерям в урожае из-за незавершенности поступления пластических веществ (Ц.Б. Кагермазов, М.В. Кашукоев и др., 2009).

По мнению Наумкина В.Н. и др. (2000) скашивание ячменя начинают не тогда, когда создается максимальный биологический урожай, а несколько раньше – в середине восковой спелости. При этом некоторый недобор урожая в начале уборки компенсируется снижением потерь в конце ее.

Наиболее ясную картину, отражающую последствие биохимических изменений в созревающем зерне, представляют исследования, связанные с определением изменения его технологических качеств.

В частности, работами Т.А. Чепец (1989) установлено, что по мере созревания зерна зерновых культур до полной спелости идет постепенное улучшение его качества. Наиболее интенсивно оно повышается от начала формирования до восковой спелости. Затем рост качественных показателей замедляется, оставаясь до полной спелости на одном уровне, а после наступления полной спелости наблюдается незначительное ухудшение технологической ценности зерна.

Исследованиями Д.Б. Гареева и др. (2000); установлено, что самые жизнеспособные и высокопродуктивные растения развиваются из семян, убранных в поздние сроки – в конце восковой и полной спелости, то есть когда заканчиваются морфологические изменения в зародыше. Более ранняя уборка посевов ячменя способствует получению биологически разнокачественного посевного материала. Растения, формируясь из разнокачественных семян, имеют неодинаковую высоту, разное количество и площадь поверхности листьев, что в дальнейшем сказывается на их продуктивности.

К концу восковой спелости увеличивается содержание в урожае биологически полноценных зерен с диаметром 2,8 мм, которые имеют большой запас питательных веществ, более мощные всходы, способные лучше усваивать почвенную влагу и питательные вещества, быстрее и дружнее пробиваться на поверхность почвы (И.Г. Строна, 1966; Ю.Б. Коновалов, 1981; К.А. Касаева, 1986).

По данным В.И. Гармашова, А.И. Селиванова (1986) урожай зерна ячменя в фазу полной спелости был ниже по сравнению с тремя стадиями

восковой. Отмечено также уменьшение массы 1000 зерен и натуре.

При определении сроков уборки следует учитывать их влияние на основные показатели: урожайность, технологические и посевные свойства зерна. Большинство авторов склонны утверждать, что максимальный биологический урожай на корню сохраняется без существенных изменений 4-6 дней, а при нахождении скошенной массы в валках – 3-5 дней, поэтому при опоздании с уборкой на 5 дней потери зерна составили 1-3%. Через 10 дней – 8-9%, а через 30 дней достигали 20-25% (В.М. Шевцов, Н.Г. Малюга, 2008).

Перестой на корню и перележка в валках снижает массу 1000 зерен на 1,2-3,6 г, увеличивает пленчатость зерна на 1,1-1,8% и существенным образом влияет на посевные качества семян. Обмолот валков через 6-7 дней после полной спелости снижает энергию прорастания и всхожесть на 6 и 2% соответственно, через 10 дней – на 11 и 6%, а после 20 дней отлежки в валках энергия прорастания составила всего 71%, а всхожесть – 81% (Д.Б. Гареев, 2000).

Перестоявшее зерно ячменя содержит меньше белка и жира, причем в белке уменьшается количество таких ценных незаменимых аминокислот, как лизин, метионин и цистин, а в составе жира – олеиновая и линоленовая кислоты (А.Г. Баштовой и др., 2002).

Химические показатели качества зерна ячменя, особенно содержание крахмала и белка, имеют большое значение для оценки возможности использования его в народном хозяйстве. Так, пивоваренный ячмень должен обладать высокой экстрактивностью, фуражный и семенной оценивается по крупности зерна, содержанию белка, жиров и других биологически важных веществ, определяющих качество посевного материала и питательную ценность корма (Bair V. K., Ulrich S.E., 2008).

Запаздывание с уборкой особенно опасно в южных сухих районах: чем дольше ячмень стоит на корню или находится в валках, подвергаясь периодическому увлажнению, тем ниже урожай и качество зерна. Качество зерна снижается из-за увеличения поврежденности, при этом теряется цвет

зерна, снижаются показатели натуры и содержание крахмала. В зерне формируется жесткий стекловидной структуры эндосперм, который плохо разрыхляется при солодоращении и имеет низкую экстрактивность, обусловленную в основном недоступностью компонентов зерна для действия ферментов. Известно, что экстрактивность определяется составом ячменя, так как в раствор переходит вся масса крахмала, часть некрахмальных полисахаридов, от одной третьей до половины белков и других соединений (Г.П. Карпиленко, Е.Ф. Шаненко и др., 2004).

Широкими опытами, проведенными в Чехословакии показано, что пивоваренный ячмень целесообразно убирать несколько перестоявшийся, чем не полностью вызревший. Связано это с тем, что основная масса азота накапливается в зерновке в первое время ее формирования, в то время как синтез крахмала наиболее интенсивно идет в последнюю фазу созревания.

Белок является источником низкомолекулярных азотистых соединений в солоде, необходимых для питания дрожжей, а продукты гидролиза белков с различной молекулярной массой отвечают за пенообразование и коллоидную стабильность пива. Содержание белка должно находиться в пределах 9-12 %. Ячмени низкобелковые (ниже 9%) дают пиво с низкой пенистостью, а высокобелковые (выше 12%) – согреваются при солодоращении и дают солод низкой экстрактивностью (Э.Д. Неттевич, З.Ф. Аниканова и др., 1981).

Система ведения сельского хозяйства Ростовской области ориентирована на уборку продолжительностью до 10-15 дней, при этом рекомендуется скашивание в валки проводить при влажности зерна 38-40%, а в суховейную погоду при 41-43%.

Основным показателем при определении сроков уборки в зональных системах земледелия Ростовской области (1981, 1991 гг.) остается целевое использование зерна: семенной и пивоваренный ячмень убирать ближе к полной спелости, а фуражный приурочивать к одной из фаз восковой спелости.

Современные рекомендации по системам ведения агропромышленного производства Ростовской области (на период 2001-2005 гг.) предлагают к

основном двухфазную уборку ячменя, при этом к скашиванию приступают к скашиванию тогда, когда 80% колосьев достигли восковой и полной спелости.

Зональная система Ростовской области на ландшафтной основе (2007 г.) предлагает отдельную уборку зерновых культур начинать в начале восковой спелости, при влажности зерна 35-40%, продолжить ее до середины или второй половины фазы восковой спелости, а затем переходить на прямое комбайнирование. Как видно, при составлении рекомендаций не учитывался биологический процесс созревания зерна, который имеет свои особенности, выражающиеся в продолжении поступления пластических веществ во второй половине восковой спелости, при снижении содержания воды в зерне до 30%.

В рекомендациях зарубежных исследователей по срокам и способам уборки озимого ячменя указывается, что ячмень убирают преимущественно напрямую, в полную спелость при влажности зерна 16-18%).

Как видно из обзора литературы, по вопросу оптимального срока скашивания озимого ячменя в литературе имеются противоречивые мнения. Во многом это связано с недостаточными исследованиями по этому вопросу. Кроме того, постоянно меняются сорта озимого ячменя, у которых максимальное накопление сухих веществ в зерне может достигнуть при разной его влажности. Поэтому в современных условиях для обоснования оптимального срока скашивания в валки, необходимо изучать процесс накопления сухих веществ, формирование массы 1000 зерен и натуры у разных сортов. Важно установить в какие интервалы влажности эти показатели максимальные и как они зависят от элементов погоды.

С производственной точки зрения большое значение имеет и изучение влияния продолжительности прямой уборки на величину и качество урожая.

ГЛАВА 2 МЕТОДИКА И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТОВ

2.1 Схемы и методика исследований

Полевые опыты проводились в период 2002-2005 гг. Исследования по отзывчивости ячменя на удобрения проводились на полях агротехнического севооборота лаборатории технологии возделывания зерновых культур ВНИИЗК им. И.Г. Калининко (г. Зерноград, южная зона области).

Опыты по изучению сроков и способов уборки урожая сортов озимого ячменя проводили в Донском сортоиспытательном центре ДонГАУ (п. Персиановский, приазовская зона области).

При изучении поставленных вопросов применяли полевой и лабораторный методы исследований.

Для определения оптимальных доз минеральных удобрений для новых сортов озимого ячменя был заложен и проведен двухфакторный полевой опыт по схеме 3А х 6Б, где фактор А – сорта, фактор Б – дозы удобрений.

При изучении сроков и способов уборки урожая схема опыта включала в себя 8 вариантов, на трех из которых проводили двухфазную уборку и на пяти – однофазную.

Раздельно убирали посевы, достигшие начала, середины и конца восковой спелости (влажность зерна соответственно равна 36-40%; 31-35% и 21-30%). Валки по каждому сроку раздельной уборки подбирали через 3-5 дней после скашивания.

Однофазно убирали посевы, достигшие полной спелости (влажность зерна ниже 20%) и перестоявшие на корню 5, 10, 15 и 20 дней. За контроль взят рекомендуемый по зоне срок уборки – середина восковой спелости (влажность зерна 31-35%).

Объектами исследований были четыре сорта озимого ячменя селекции ВНИИЗК им. Калининко: Силуэт, Ларец, Полет и Ростовский 55. и один сорт селекции КНИИСХ им. Лукьяненко – Добрыня 3.

Приводим краткую характеристику изучаемых сортов:

Силуэт выведен путем гибридизации Ростовский 15 x Зимран. Сорт относится к шестирядным ячменям. Разновидность параллелум. Куст прямостоячий, листья темно-зеленые, промежуточные. Растения хорошо кустящиеся, низкорослые (83-102 см), стебель средней толщины, прочный. Колос короткий (4-6 см) прямоугольной формы имеет в среднем 35 зерен, плотный (на 4 см колосового стержня находится 18-19 члеников). Ости длинные, в два раза длиннее колоса, тонкие эластичные, зазубренные кверху, почти не расходятся, в период полной восковой спелости желтой окраски. Зерно желтое, эллиптической формы, средней крупности. Масса 1000 зерен – 36,0-40,9 г. цветочная чешуя среднегрубая, нервация выражена средне, зубчики на нервах отсутствуют. Основная щетинка зерна войлочная, длиной 3-4 см. сорт среднеспелый с вегетационным периодом 270 дней.

По биологическому типу развития Силуэт относится к настоящим озимым сортам. Устойчив к полеганию, засухе, мучнистой росе, пыльной и твердой головне, карликовой ржавчине.

Максимальный урожай был получен на Усть-Лабинском ГСУ Краснодарского края – 8.91 т/га. Районирован в Ростовской, Днепропетровской областях и Калмыкии.

Ларец – среднеспелый сорт (вегетационный период 276 дней), среднерослый (90-105 см), разновидность – параллелум, тип развития – двуручка; колосья шестирядные, цилиндрической формы, соломено-желтой окраски, длиной 5-6 см, плотные; ости в 2 раза длиннее колоса, слегка расходятся кверху, тонкие, эластичные, зазубренные; зерно средней крупности; масса 1000 зерен – 40,3 г.

Обладает высокой засухоустойчивостью, биологической и полевой морозозимостью, обусловленной более глубоким (на 3,0 ... 3,5 см), чем у обычных сортов, залеганием узла кущения, устойчивостью к полеганию, каменной и пыльной головне, мучнистой росе и пятнистостям.

Максимальная урожайность – 9,2 т/га. Допущен к использованию в производстве по Северо-Кавказскому региону РФ с 2003 года.

Полет – выведен путем скрещивания Донской II x Вавилон. Разновидность параллелум.

Тип развития – настоящий озимый. Колос шестирядный, цилиндрический, соломенно-желтой окраски, длиной 5-6 см, плотный; ости длинные, в два раза длиннее колоса, тонкие, эластичные, зазубренные. Цветочная чешуя среднегрубая переход в ость постепенный, нервация выражена сильно, зубчики имеются. Щетина у основания зерна длинноволокнистая. Масса 1000 зерен 39-42 г., соломина прочная, устойчивая к полеганию, средней высоты 85-95 см. Сорт среднеспелый с вегетационным периодом 275-280 дней.

Обладает высокой биологической морозостойкостью и полевой зимостойкостью, обусловленной более глубоким (на 2,0 2,5 см) залеганием узла кущения. Высокоустойчив к полеганию и засухе. В полевых условиях устойчив к местным расам желтой, бурой ржавчины, твердой и пыльной головне, мучнистой росе. Имеет высокую адаптивность к стресс-факторам внешней среды в период вегетации.

Максимальная урожайность – 7,8 т/га. С 2005 года внесен в Государственный реестр селекционных достижений РФ и рекомендован для широкого внедрения в производство по Северо-Кавказскому региону.

Ростовский 55 - среднеспелый сорт (вегетационный период 274-276 дней), среднерослый (85-95 см), тип развития – озимый.

Разновидность – параллелум. Колос шестирядный, цилиндрический, соломенно-желтой окраски, длиной 4-6 см, плотный. Ости длинные, в 1,5 раза длиннее колоса, соломенно-желтые.

Зерно средней крупности, масса 1000 зерен 36,0-38,0 г.

Обладает высокой морозостойкостью, обусловленной более глубоким (на 1,5-2,0 см), чем у других сортов, залеганием узла кущения. Устойчив к полеганию, пыльной головне, карликовой ржавчине и мучнистой росе.

Максимальная урожайность 8,9 т/га. Допущен к использованию в производстве по Северо-Кавказскому региону РФ с 1998 года.

Добрыня 3 - среднеспелый сорт (вегетационный период 215-230 дней), среднерослый (87-101 см), тип развития – озимый.

Разновидность – параллелум. Колос шестирядный, цилиндрический, соломенно-желтой окраски, длиной 5-6 см, плотный. Ости длиннее колоса, зазубренные, с сильной антоциановой окраской.

Обладает высокой морозо- и зимостойкостью, устойчив к полеганию и засухе. Имеет полевую устойчивость к мучнистой росе, головневым заболеваниям, среднеустойчив к бурой и карликовой ржавчине.

Максимальная урожайность 9,8 т/га. Допущен к использованию в производство по Северо-Кавказскому региону РФ с 2001 г.

Технология выращивания в полевых опытах общепринятая, в соответствии с «Системой ведения сельского хозяйства Ростовской области (на период 2001-2005 гг.)».

Опыт проводили по методике Госкомиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур (Б.А.Доспехов, 1973). Площадь учетной делянки 50 м², повторность четырехкратная.

В опыте с минеральными удобрениями их вносили вручную по схеме опыта с отвешиванием на каждую делянку под дискование почвы на глубину 8-10 см. Использовали следующие виды минеральных удобрений: аммиачную селитру 34% N; двойной гранулированный суперфосфат 46 % P₂O₅ и калийную соль – 40 % K₂O.

Азотную подкормку по схеме опыта в дозе N20 проводили аммиачной селитрой ранней весной в фазе возобновления весенней вегетации растений.

Предшественник в обоих опытах была кукуруза, убранная на силос в фазе молочно-восковой спелости.

Урожай убирали комбайном Сампо-500, а валки формировали косилкой Е-200, зерно пересчитывали на 100% чистоту и 14% влажность. Учетная площадь делянок 50-100 м², размещение рендомизированное.

Полученные результаты обработаны методом дисперсионного, линейного и криволинейного корреляционного и регрессивного анализа.

Экономический анализ результатов исследований проводили на основе технологических карт по прямым затратам и уровню урожайности. Биоэнергетическая эффективность сроков и способов уборки определялась по методике А.В. Захарченко (1994).

Все наблюдения, анализы и учеты выполнены по современным методикам и применяемым ГОСТам.

2.2 Почва опытных участков

Почва опытных участков согласно современной классификации (Ф.Я.Гаврилюк, 1984) – чернозем обыкновенный карбонатный, мощный, теплый, кратковременно промерзающий тяжелосуглинистый. Рельеф ровный.

Характеристика этого типа почвы дана Е.В. Агафоновым и Е.В. Полуэктовым (1999 г).

Обыкновенные черноземы распространены на юге и юго-западе области и занимают площадь 2228,1 тыс. га. Они характеризуются высокой карбонатностью и наличием мощного гумусового слоя, достигающего 100-120 см.

Обыкновенный чернозем сформировался на лессовидных и желто-бурых глинах, в связи с чем имеет глинистый механический состав (пахотный слой содержит физической глины до 57%).

Верхний пахотный слой А темно-серого цвета, иногда с коричневым оттенком, с хорошо выраженной комковато-зернистой структурой, часто распыленной. Сложение рыхлое, переход в горизонт В постепенный. Содержание гумуса 3,5-3,9%.

Горизонт АВ - переходной гумусовый горизонт, однородно окрашенный, буровато-темно-серый с комковатой структурой. В нижней части уплотнен, содержание гумуса падает до 2,4%.

Горизонт С начинается с глубины 80 см, желто-бурого цвета, представляет собой несколько измененную материнскую породу с затеками гумуса по ходам червей и наличием карбонатов Ca^{++} в виде хорошо выраженной белоглазки и прожилок. Этот горизонт постепенно переходит в почвообразующую породу.

Физические свойства почвы опытных участков характеризуются высокой порозностью (до 53-58%) в верхней части профиля и водопроницаемостью (1,6-2,5 мм/мин), но с увеличением глубины они уменьшаются, плотность сложения - в слое 0-50 см составляет 1,16-1,23 г/см³, в слое 60-100 см она увеличивается до 1,30-1,41 г/см³.

Поглощающий комплекс насыщен Ca^{++} и Mg^{++} , преобладание которых обеспечивает его устойчивость, высокую способность к образованию прочной структуры и закреплению гумусовых веществ в верхних горизонтах. Сумма поглощенных оснований в пахотном слое составляет 38-40 мг-экв. на 100 г почвы с преобладанием кальция. Реакция почвы близка к нейтральной – 7,0-7,1.

Водоудерживающая способность почвы (полевая влагоемкость) в пахотном слое равна 30-35%. Влажность устойчивого завядания (ВУЗР), основной показатель для расчета запасов продуктивной влаги озимых культур составляет 12,5% (пахотный слой) и 11,8% (слой 0-100 см) на абсолютно сухое вещество почвы. Почвы глинистые и суглинистые, имеют мелкозернистую структуру, рыхлое сложение, легко поддаются обработке.

Агрохимические показатели опытного участка (табл. 1) свидетельствуют о высоком валовом содержании основных элементов питания, однако, несмотря на высокое естественное плодородие, лишь небольшая часть питательных элементов находится в усвояемой для растений форме. Наиболее обыкновенные черноземы обеспечены калием, валовое содержание которого в слое 0-40 см составляет 2,2-2,4%.

Таблица 1 – Агрохимическая характеристика почвы опытных участков

Показатель	Слой почвы, см	
	0-20	0-40
Реакция почвенного раствора, рН	7,1	7,4
Сумма поглощенных оснований	38-48	34-42
CaCO ₃ , %	0,4-0,7	0,8-1,3
Гумус, %	3,6-3,8	3,4-3,6
Валовые формы азота, %	0,19-0,24	0,14-0,20
Валовые формы фосфора, %	0,15-0,16	0,15-0,16
Валовые формы калия, %	2,3-2,4	2,2-2,3
Легко гидролизуемый азот, мг/100 г почвы	7-11	6-8
Нитрификационная способность, мг/кг почвы	39-48	15-20

Содержание общего азота в горизонте А – 0,24-0,20%, а общий запас его составляет 20-30 т/га. Количество легкогидролизуемого азота – 70-110 мг/кг и нитрификационного – 39-48 мг/кг почвы. Это свидетельствует о высокой обеспеченности данной почвы азотом. Однако, в отдельные годы, при вымывании его в нижние горизонты, в осеннее-зимний период, растения озимого ячменя при возобновлении весенней вегетации испытывают сильное азотное голодание.

Валовое содержание в почве фосфора высокое – 0,15-0,16%, хотя подвижного фосфора мало – 18-24 мг/кг, что явно недостаточно для получения высокого урожая данной культуры.

В целом, почва опытного участка по плодородию, гранулометрическому составу, физико-химическим свойствам благоприятна для возделывания озимого ячменя.

2.3 Погодно-климатические условия в годы исследований

Климат места проведения исследований (приазовская и южная зоны Ростовской области) носит континентальный характер с неустойчивым увлажнением. Средняя годовая температура воздуха колеблется от 8,7 до 9,5°С. Самый холодный месяц - февраль, со средней многолетней температурой - 5,2°С. В июле, самом жарком месяце, среднесуточная температура воздуха поднимается до +23,5°С.

Сумма активных температур за период вегетации составляет 3200-3600°С, продолжительность безморозного периода 180-200 дней. С апреля по октябрь наблюдается 40-72 суховейных дней, когда среднесуточная относительная влажность воздуха опускается до 40%, а в засушливые годы до 10-20%. Преобладающие ветры восточные, весной они вызывают пыльные бури, летом суховеи. Отмечаются ветровая и водная эрозии почвы.

Среднемноголетнее количество осадков составляет 469 мм, с колебаниями по годам от 298 до 702 мм. В весенне-летние месяцы (теплый период) выпадает в среднем 303 мм, с колебаниями по годам от 150 до 260 мм. Летние осадки носят преимущественно ливневый характер, при этом влага, попавшая на поверхность почвы, быстро испаряется из-за повышенного температурного режима, когда температура почвы может достигать 55-65°С. Гидротермический коэффициент составляет 0,7-0,8.

Зимы умеренно холодные, малоснежные, с неустойчивым снежным покровом и частыми оттепелями. В отдельные годы отмечаются кратковременные похолодания, когда температура воздуха понижается до -20-30°С, а иногда и до -35°С, что неблагоприятно отражается на перезимовке озимых культур, особенно в бесснежные зимы. Максимальное промерзание почвы достигает 20-40 см, хотя в отдельные годы оно полностью отсутствует.

Весна наступает во второй декаде марта, а в третьей, как правило, начинаются полевые работы. Наступает весна интенсивно с резким нарастанием температуры почвы и воздуха, вызывая при отсутствии осадков

почвенную и воздушную засуху.

Лето обычно жаркое и сухое, с максимальной температурой воздуха до 38-43°С. Запасы влаги в это время уменьшаются до 30-50 мм, что приводит к сокращению периода налива зерна до 18-20 дней.

В большинстве случаев осень бывает очень теплая и продолжительная, с первыми морозами в конце ноября – начале декабря. Сентябрь чаще всего засушливый (26,2 мм). Это обстоятельство часто вынуждает переносить сроки посева озимых на более поздний период из-за недостатка влаги в верхних слоях почвы, особенно после непаровых предшественников.

В годы проведения опытов погодные условия сложились различные, что позволило объективно оценить изучаемые сорта озимого ячменя, особенно по зимостойкости и продуктивности.

Метеорологические условия 2001/2002 с.-х. года характеризовались благоприятной по увлажнению осенью. Двухмесячная норма осадков пополнила запасы влаги в почве, что обеспечило хорошую полевую всхожесть семян озимого ячменя (рис. 1).

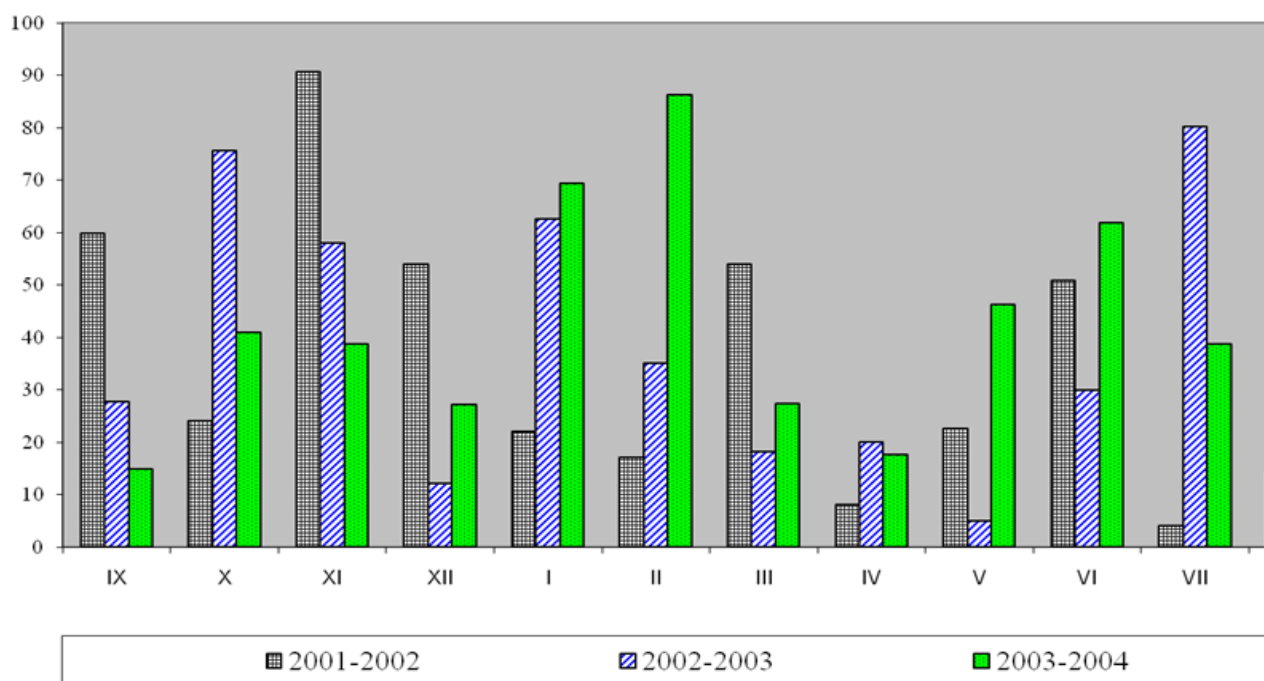


Рисунок 1 - Количество осадков за годы исследований, мм

В октябре осадков выпало всего 66% от нормы, но пониженные температуры (на $1,1^{\circ}\text{C}$ ниже от средних норм) способствовали хорошему развитию растений. Снижение температуры происходило плавно, без резких колебаний. Последний месяц осени отличался повышенным увлажнением (осадков выпало в 2,5 раза больше среднеголетних показателей и сравнительно высокими температурами).

В декабре установилась холодная погода (среднесуточные температуры воздуха на $-3,1^{\circ}\text{C}$ ниже нормы), но с устойчивым снежным покровом (осадков в виде снега выпало на 27% больше нормы. Январь, и особенно февраль были сравнительно мягкие. Температура воздуха января на $0,8^{\circ}\text{C}$, а февраля на 8°C выше климатических норм. Но следует отметить недобор осадков в указанные месяцы: так в январе выпало всего 65%, а в феврале 55% от многолетних данных.

Весна ранняя, теплая, благоприятная для роста и развития озимого ячменя. Температуры марта поднимались постепенно, без резких колебаний, но осадков выпало в 2 раза больше по сравнению с многолетними данными (53,9 мм). Последующие месяцы отличались недобором осадков: в апреле выпало 8,1 мм (25%) и мае 22,5 мм (57% к норме), причем осадки мая имели ливневый характер и пришлись на третью декаду месяца, поэтому в течение весеннего периода отмечалась почвенная засуха.

За вегетационный период озимого ячменя среднесуточная температура воздуха была близка к среднеголетней, за исключением июля, когда отмечалось превышение над нормой на $4,7^{\circ}\text{C}$ (рис.2).

В весенне-летний период были резко выражены суховейные дни с относительной влажностью воздуха ниже 30%, число которых составляло 35 дней, а с 31-40% соответственно 62 дня (рис.3).

В целом погодные условия 2002-2003 с.-х. года значительно отличались мягкой дождливой осенью, жесткой по температурному режиму зимой, прохладной весной и жарким засушливым летом.

Сумма осадков за год составила 435,6 мм, что на 3,3% больше, чем в предыдущем году, но на 7,0% ниже многолетних данных. В течение года осадки распределялись крайне неравномерно.

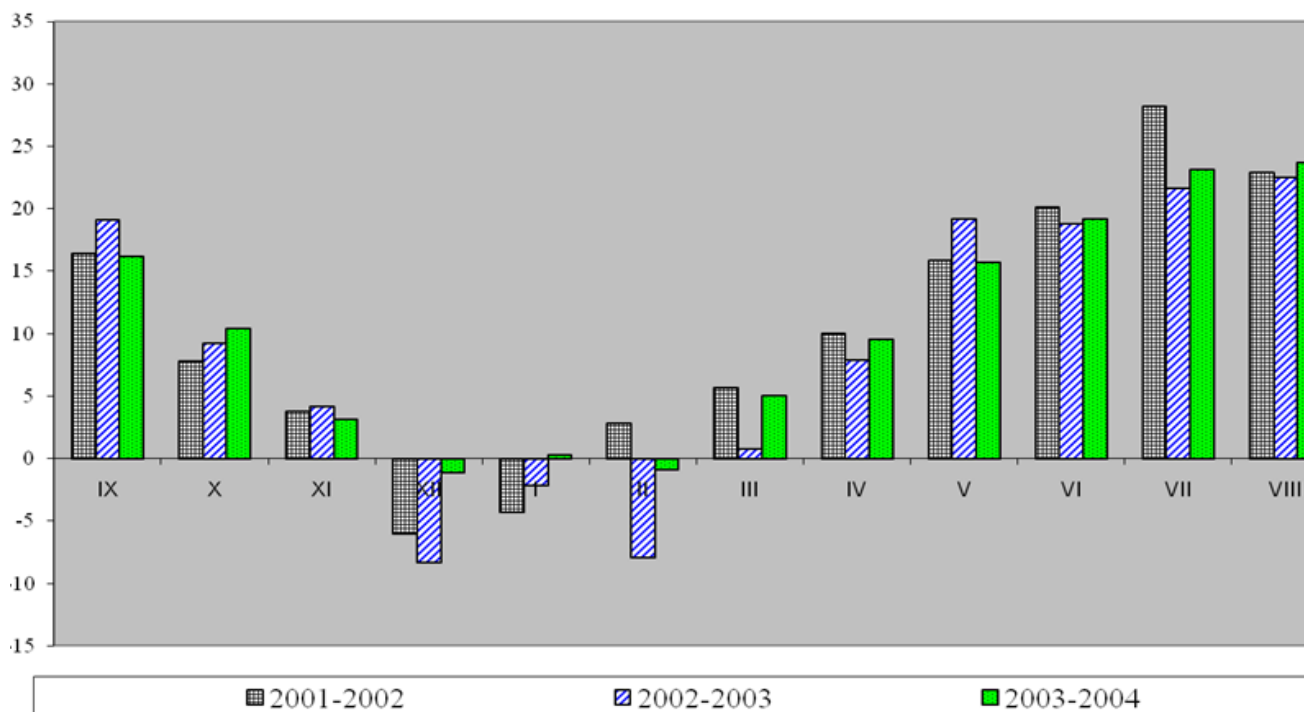


Рисунок 2 - Температура воздуха за годы исследований, °С

В первой декаде сентября выпало 3 мм, во второй декаде выпало 24,8 мм, после чего был произведен сев озимого ячменя. В октябре и ноябре выпала двойная и полуторная норма, что позволило ячменю хорошо распуститься и уйти в зиму, имея 3-5 стеблей.

Температуры осенних месяцев были выше многолетних данных соответственно на 2,3; 0,3 и 1,7°С.

Декабрь - холодный, с резким понижением температуры до -18-20°С и образованием ледяной корки на посевах, которая удерживалась около 20 дней. С 25 декабря отмечено повышение температуры и осадки в виде дождя (29% нормы). Январь характеризовался чередованием похолоданий и оттепелей с осадками в виде дождя и снега. В феврале температурный режим был еще

более жесткий: среднемесячная температура воздуха составила $-7,9^{\circ}\text{C}$, что на $2,7^{\circ}\text{C}$ ниже многолетней нормы. Это привело к гибели посевов озимого ячменя.

Неоднозначно складывались погодные условия весной: так, в марте

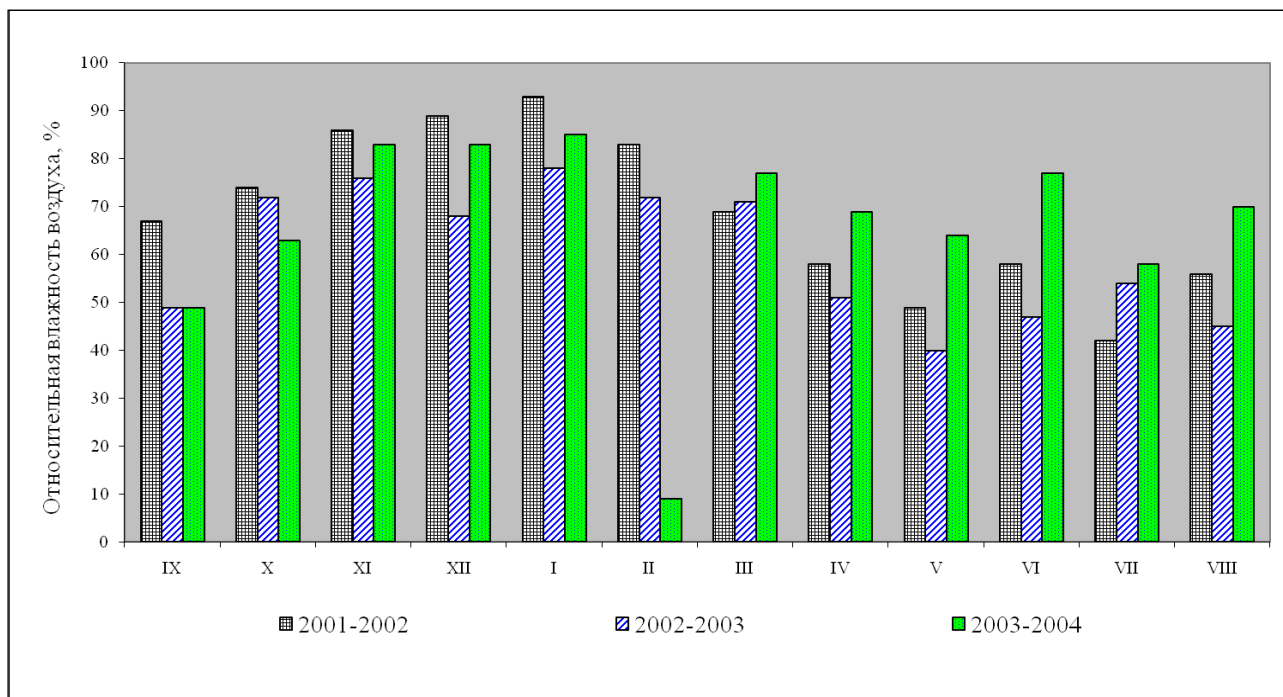


Рисунок 3 - Относительная влажность воздуха, %

температура воздуха была выше нормы, а апреле ниже нормы, при малом количестве осадков (соответственно 61 и 62%) и более низкой относительной влажности воздуха (на 11 и 16%). Сухая погода, с частыми суховеями задержали полевые работы до 12 апреля. Следует отметить, что особенно жестким и неблагоприятным для роста и развития озимого ячменя был май: жаркий (температура на $2,3^{\circ}\text{C}$ выше многолетних данных), сухой (осадков выпало всего 5 мм, что в 8 раз ниже нормы), с частыми суховеями (относительная влажность воздуха около 40%). Такие условия способствовали формированию низкорослых посевов и высокой череззернице в колосе.

Июнь не выправил положение в посевах ячменя, так как наблюдался дефицит влаги в период зернообразования (выпало всего 49 % от многолетней) и озимый ячмень сформировал самый низкий урожай за годы исследований.

Погодные условия 2003-2004 сельскохозяйственного года был наиболее благоприятным для роста и развития озимых культур. До посева озимого ячменя накопилось достаточное количество влаги для получения дружных и своевременных всходов, хотя в сентябре выпало всего 14,9 мм. Своевременные осадки октября (41,0 мм) и ноября (38,7 мм) обеспечили хорошее развитие и кущение озимого ячменя осенью.

Температуры зимних месяцев превышали климатические нормы на 1,8; 5,4 и 4,3°С соответственно. Зима была сравнительно влажная, так как за три месяца выпало 170% нормы осадков. Особенно сильными они были в январе – 69,3 мм (202,6%) и феврале – 86,2 мм (279,0%).

Весна ранняя, теплая, возобновление весенней вегетации отмечено 24 марта. Дефицит влаги в апреле был компенсирован запасами влаги в почве, накопившейся за зимний период, а равномерно выпадающие осадки мая и июня способствовали формированию высокого урожая зерна.

Сумма осадков за год составила 546,5 мм, что на 16,6% выше нормы. Средняя температура воздуха за с.-х. год была выше нормы на 1,4°С и составила 10,4°С. Однако, во второй декаде мая отмечались заморозки в ночное время до -9°С, что вызывало частичное подмерзание вегетативной массы растений, но сильного ущерба для формирования урожайности не наблюдалось. В целом год был благоприятным для возделывания озимого ячменя.

Анализ погодных условий показал, что они складывались сравнительно благоприятно для озимого ячменя, за исключением 2002-2003 с.-х. года, когда уровень урожайности был ниже в 2,0 – 2,5 раза, чем в другие года из-за неблагоприятной перезимовки растений.

ГЛАВА 3 ОТЗЫВЧИВОСТЬ СОРТОВ ОЗИМОГО ЯЧМЕНЯ НА РАЗЛИЧНЫЕ ФОНЫ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

3.1 Динамика влажности почвы под озимым ячменем в зависимости от удобрений

В зоне недостаточного и неустойчивого увлажнения основным фактором, влияющим на урожайность озимых культур, является влага. В динамике водного режима почвы для черноземов области выделяют два периода: осенне-зимнее накопление влаги и летнее иссушение. Накопление почвенной влаги начинается в октябре-ноябре и продолжается в зимний (при теплой зиме) и весенний периоды. Максимальные запасы влаги отмечаются ранней весной и имеют большое значение для величины будущего урожая.

Исключительное значение для получения высоких урожаев зерна озимого ячменя имеет содержание влаги в почве к моменту посева в верхнем, посевном слое почвы 0-10 см.

В отдельные годы в верхнем слое почвы доступная влага или отсутствует, или ее количество недостаточно для получения дружных всходов. После посева в сухую почву, что очень часто отмечается при возделывании озимых культур после непаровых предшественников, прорастание семян и развитие растений полностью зависят от осадков сентября и октября. Не раскустившиеся и не накопившие достаточного количества сахаров растения в суровые зимы могут погибнуть или резко снизить урожайность.

Продуктивность посевов во многом зависит и от количества осадков во время весенне-летней вегетации. Такие осадки не только пополняют запас влаги в почве, но и оказывают влияние на температуру почвы и воздуха, его влажность, а следовательно, и урожайность. В то же время в отдельные засушливые годы при сильной испаряемости и стоке воды при ливнях летние осадки не пополняют запасы почвенной влаги.

Недостаток влаги в почве в мае-июне, высокие температуры и суховейные явления являются основной причиной снижения урожайности зерновых культур, в том числе и озимого ячменя.

Озимый ячмень использует имеющуюся в почве влагу, как в осенний период (от посева до прекращения осенней вегетации), так и в весенне-летний (от возобновления весенней вегетации до созревания зерна) и запасы ее во многом определяют продуктивность посевов.

Важным показателем обеспеченности растений влагой является количество продуктивной влаги в почве в течение вегетационного периода, содержание которой по годам имело значительные колебания.

Изучение водного режима почвы показало, что к моменту посева содержание продуктивной влаги в посевном слое не всегда было достаточным.

В условиях осени 2002 года содержание влаги в посевном слое почвы было явно недостаточно и составило 3,9-4,7 мм (табл. 2). В другие годы исследований запасы продуктивной влаги в посевном слое почвы были вполне удовлетворительными и достаточными для получения всходов озимого ячменя. Недостаток влаги в период «посев-всходы» в 2002/2003 с.-х. году был отмечен также в слое почвы 0-30 и 0-100 см и соответственно составил 12,9-14,9 и 36,6-48,2 мм.

Использование удобрений способствовало более интенсивному потреблению влаги, что связано с большим расходом ее на формирование дополнительной урожайности. Во все годы проведения исследований наиболее интенсивное потребление почвенной влаги отмечается до фазы колошения, при этом значительной разницы между контрольным и удобрённым вариантами не выявлено. В годы с засушливым летом (2002 и 2003) запасы продуктивной влаги во всех слоях почвы к фазе полной спелости озимого ячменя были сведены практически к нулю, что объясняется значительным недобором осадков в сравнении со среднемноголетним их количеством.

Таблица 2 – Динамика продуктивной влаги в различных слоях почвы в посевах озимого ячменя Ларец в зависимости от удобрений, мм

Фаза развития	Сельскохозяйственный год									
	2001/2002		2002/2003		2003/2004		2004/2005		Среднее	
	1*	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Слой почвы 0-10 см										
Всходы	11,6	11,3	4,7	3,9	6,0	10,0	11,7	11,3	8,5	9,1
Начало весенней вегетации	15,9	16,5	14,7	14,9	19,1	17,7	16,2	16,5	16,5	16,4
Колошение	5,5	5,2	5,8	5,8	9,5	7,8	5,8	4,4	6,7	5,8
Полная спелость	3,3	3,6	0	0	15,8	16,1	12,9	12,4	10,8	10,2
Слой почвы 0-30 см										
Всходы	33,7	30,8	14,9	12,9	24,1	29,6	29,1	30,8	25,4	26,0
Начало весенней вегетации	45,8	47,6	43,3	43,0	54,3	51,5	47,4	46,6	47,7	47,2
Колошение	16,2	15,0	16,5	16,1	28,6	29,3	15,9	13,1	19,3	18,4
Полная спелость	9,0	8,9	0	0	46,7	46,4	38,8	33,9	23,6	22,3
Слой почвы 0-100 см										
Всходы	58,1	59,7	48,2	36,6	52,7	67,7	44,9	49,8	51,0	53,5
Начало весенней вегетации	122,8	128,3	124,4	127,4	158,3	154,8	119,6	116,0	131,3	131,6
Колошение	31,4	36,3	29,9	34,1	107,2	109,4	28,0	29,2	49,1	52,3
Полная спелость	2,7	5,9	0	0	125,7	104,2	90,0	64,1	54,6	43,6

* Примечание 1 – контроль
2 – N40P60K40

В среднем за годы изучения водный режим почвы складывался таким образом, что в период «посев-всходы» запасы продуктивной влаги в почве были достаточными, как в посевном, так и пахотном слое при явном недостатке ее в метровом слое почвы. Их пополнение происходило в осенне-зимний и ранне-весенний периоды, что способствовало хорошему развитию растений. В среднем эти запасы к началу весенней вегетации составляли 47,2-47,7 мм в пахотном и 131,3-131,6 мм в метровом слое почвы (рис. 4).

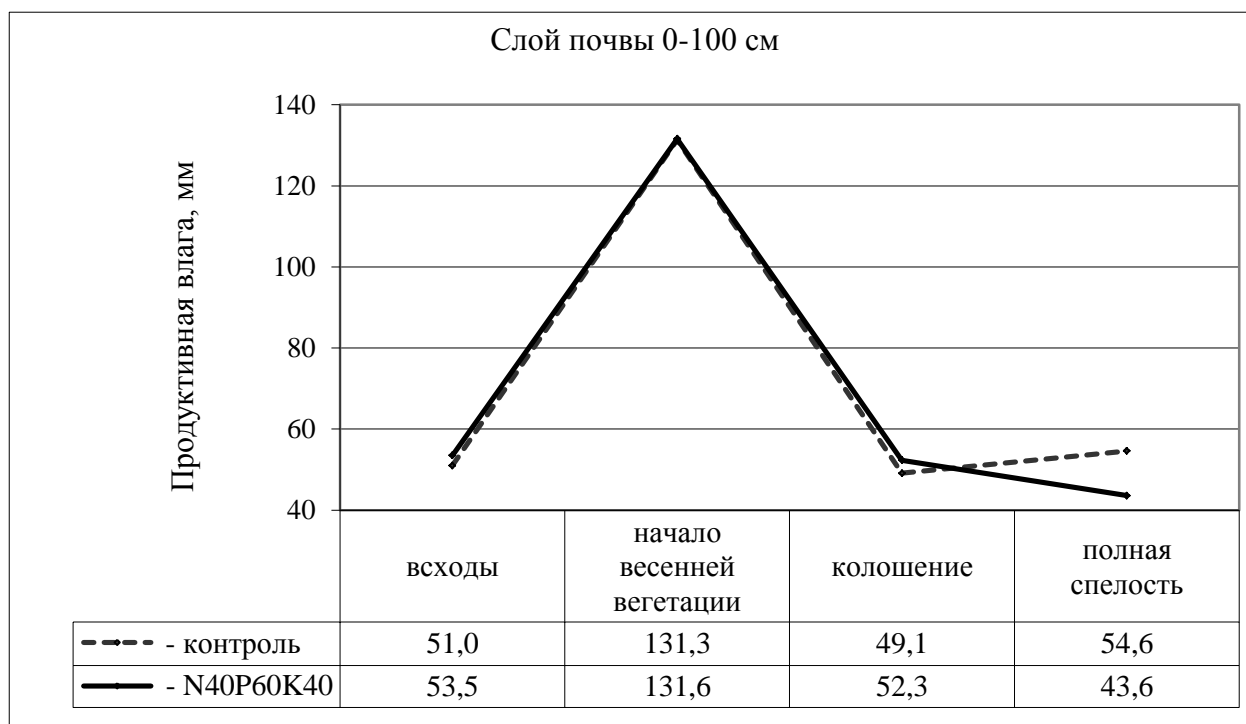
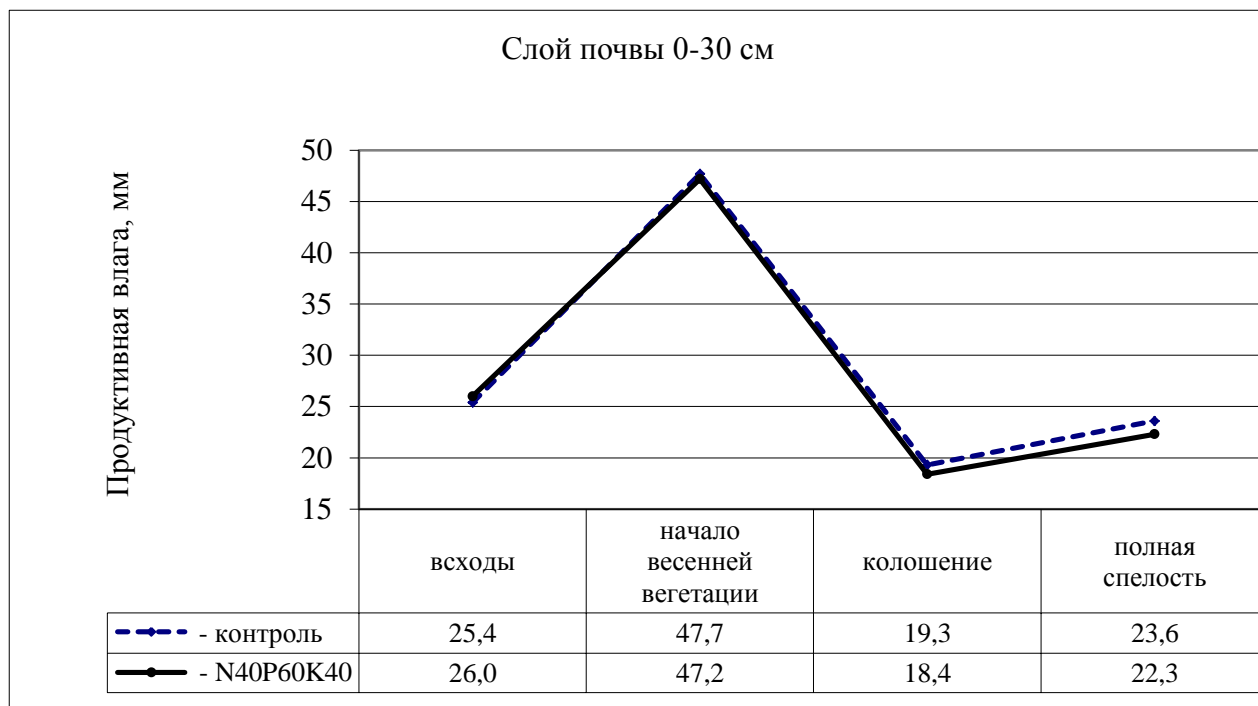


Рисунок 4 - Влияние удобрений на динамику продуктивной влаги в посевах озимого ячменя Ларец (2002-2005 гг.)

После возобновления весенней вегетации происходило резкое снижение запасов почвенной влаги до фазы колошения, когда ее содержание составляло в пахотном слое 18,4-19,3 мм, а в метровом – 49,1-52,3 мм. К моменту наступления полной спелости ее количество оставалось практически неизменным – 22,3-23,6 мм в слое 0-30 и 43,6-54,6 мм в слое 0-100 см соответственно.

Таким образом, самые благоприятные условия водного режима почвы складывались в 2003-2004 сельскохозяйственном году, что обеспечило получение наивысшего урожая зерна у всех изучаемых сортов озимого ячменя.

3.2 Пищевой режим почвы

Изучением пищевого режима почвы Ростовской области занимались многие исследователи (Е.В. Агафонов, 1992; Л.П. Бельтюков, А.А. Гриценко, 1993; И.М. Шапошникова, 2002). В результате этих исследований установлено, что черноземы области обладают высоким валовым содержанием азота, фосфора, калия.

Важнейшим средством повышения урожайности озимого ячменя является использование минеральных удобрений в различных дозах и сочетаниях.

Содержание основных питательных элементов в слое почвы 0-30 см в период всходов озимого ячменя и в течение вегетации было различным (рис.5).

Одним из показателей обеспеченности почвы азотом является содержание нитратного азота. Для роста и развития растений озимого ячменя его содержание в почве должно быть на уровне 10-15 мг/кг воздушно-сухой почвы (Л.П. Бельтюков, 2002).

Во все годы исследований максимальное содержание нитратного азота в пахотном слое почвы под озимым ячменем было отмечено в период всходов.

При этом на контроле его содержание составляло в среднем за годы изучения 9,2, а на удобренном (N₄₀P₆₀K₄₀) варианте 12,1 мг/кг почвы.

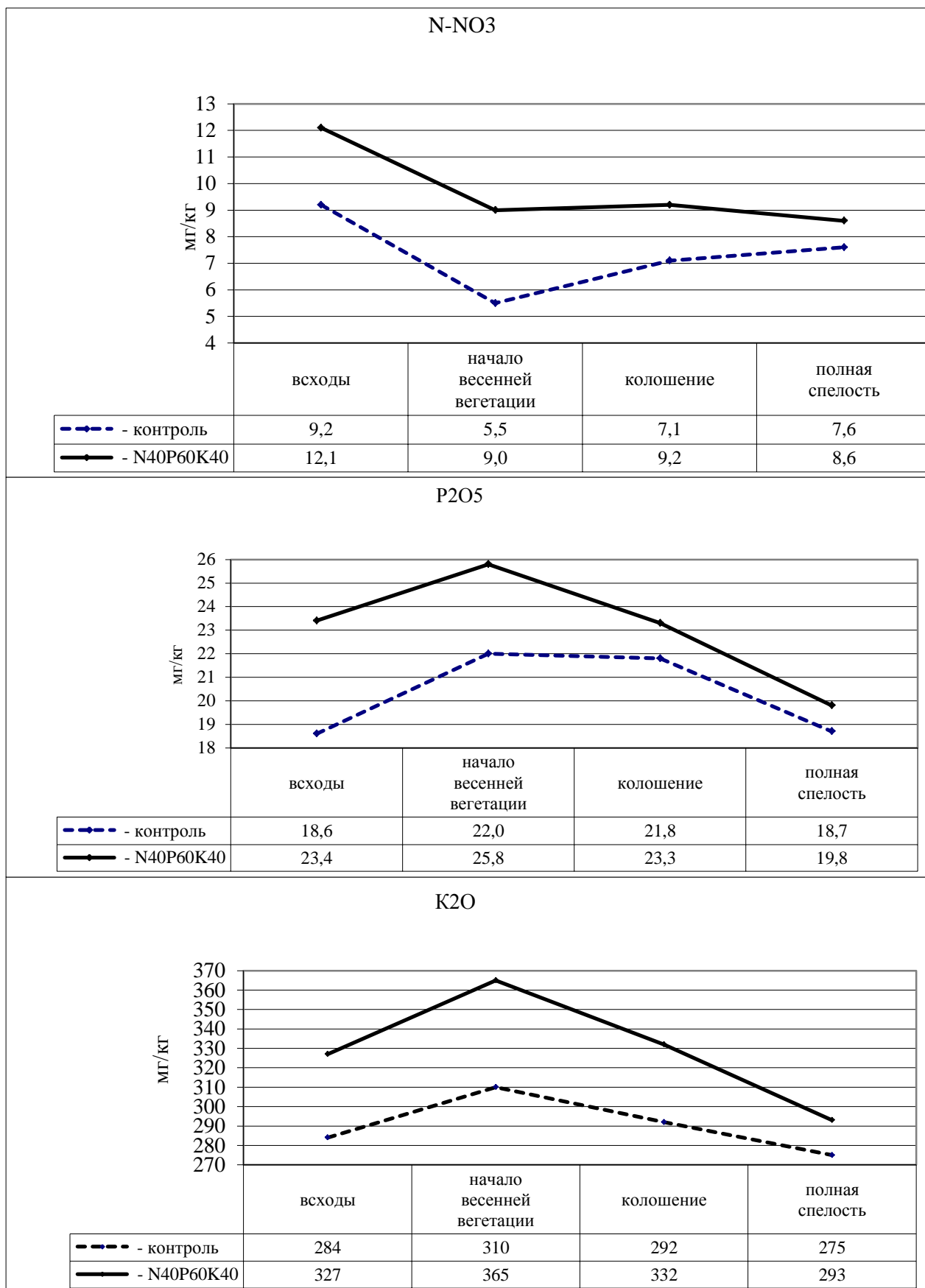


Рисунок 5 - Влияние удобрений на содержание элементов питания в слое почвы 0-30 см (2002-2005 гг.)

Снижение содержания нитратного азота в почве в начале вегетации объясняется его интенсивным потреблением молодыми растениями. Минимальное содержание этого элемента к началу весенней вегетации объясняется не только поглощением растениями, но и его миграцией в почве вместе с осадками ранне-весеннего периода. При этом различие между контрольным и удобрённым вариантом в пользу последнего было заметным и составляло 3,5 мг/кг почвы.

Процесс уменьшения нитратного азота в почве продолжался по мере нарастания вегетативной массы растений и достигал своего минимума к моменту полной спелости зерна. Преимущество удобрённого варианта по-прежнему сохранялось и содержание нитратного азота в этот период на контроле составляло 7,6, а в варианте с применением удобрений – 8,4 мг/кг почвы.

Применение удобрений способствовало улучшению фосфатного режима почвы в посевах озимого ячменя, но динамика подвижного фосфора в почве носила несколько иной характер. Содержание фосфора в варианте с применением $N_{40}P_{60}K_{40}$ в период всходов значительно возрастало по сравнению с контрольным вариантом. В среднем за годы исследований подвижного фосфора на контрольном варианте было 18,6, а на удобрённом выше – 23,4 мг/кг почвы.

Незначительное его увеличение весной объясняется тем, что в начальные периоды развития растений фосфор им необходим, но в небольшом количестве и его потребление происходило не очень интенсивно. Кроме этого увеличению содержания подвижной формы фосфора весной могли способствовать такие факторы, как влага и положительная температура воздуха. Преимущество удобрённого варианта продолжало сохраняться и содержание подвижного фосфора в этот период составляло 22,0 и 25,8 мг/кг. Потребление фосфора растениями озимого ячменя продолжалось до полной спелости. При этом необходимо отметить наибольшую разницу в содержании подвижного P_2O_5 между контрольным и удобрённым вариантом в период появления всходов и ее

сглаживание к моменту полной спелости зерна (18,7 и 19,8 мг/кг соответственно), что способствовало увеличению урожайности в вариантах с применением удобрений.

В агрохимической службе обменный калий принято считать основной доступной для растений формой. Обеспеченность обменным калием в наших почвах достаточно высокая – 300-400 мг/кг. Кривые, отражающие динамику обменного калия в почве, имеют очень сходный характер с кривыми, отражающими потребление растениями подвижного фосфора.

Изучение динамики обменного калия в посевах озимого ячменя показало преимущество варианта с минеральными удобрениями по сравнению с контролем. В период всходов содержание калия на контроле в среднем составляло 284, на удобренном варианте 327 мг/кг. Преимущество варианта с применением удобрений сохранялось на протяжении всей вегетации: 310 и 365 мг/кг к началу весенней вегетации; 292 и 332 мг/кг – в колошение соответственно и лишь к полной спелости разница между вариантами была минимальной и составляла 18 мг/кг.

Применение удобрений в посевах озимого ячменя после кукурузы на силос заметно улучшало пищевой режим почвы опытного участка. Во все годы исследований удобрения способствовали увеличению содержания нитратного азота и подвижных соединений фосфора и калия, особенно в ранние фазы развития растений.

Содержание основных элементов питания в почве закономерно снижалось и достигало своего минимума к концу вегетации растений, при этом преимущество удобренного варианта по сравнению с контрольным вариантом сохранялось, что может иметь большое значение в последствии удобрений на другие культуры севооборота.

3.3 Влияние удобрений на накопление надземной массы и NPK в ней в течение вегетации

В наших опытах динамика нарастания надземной массы озимого ячменя и содержания в ней NPK изучалась на примере сорта Ларец. Максимальное накопление воздушно-сухой массы, как в контроле, так и удобренном варианте отмечалось в фазе полной спелости.

Анализ полученных данных по динамике нарастания массы показал, что прежде всего она зависит от уровня минерального питания и сложившихся погодных условий в течение вегетационного периода. Так, например, в крайне неблагоприятных условиях перезимовки 2002/2003 сельскохозяйственного года в фазе весеннего кущения надземная воздушно-сухая масса составила на контроле всего 43 г/м², в то время как в другие благоприятные для озимого ячменя годы она была равной 79-97 г/м² т.е. в два раза выше. Большая разница по данному показателю в этом варианте за эти годы была получена и в последующие фазы развития: колошение 428 и 862-962 г/м²; полная спелость 707 и 1170-1326 г/м².

Очень интенсивное нарастание надземной массы во все годы исследований проходило до фазы колошения, когда она увеличивалась по сравнению с весенним кущением в 10-11 раз. Дальнейшее нарастание надземной массы шло до полного созревания, при этом увеличение надземной массы по годам составило 1,4-1,6 раза.

В среднем за годы изучения вес надземной массы на контроле в фазе кущения составил 78 г/м² (рис.6). Внесение минеральных удобрений в дозе N₄₀P₆₀K₄₀ увеличило ее вес до 97 г/м². Лучшие условия питания озимого ячменя на удобренном варианте способствовали формированию здесь большей надземной массы, которая составила в колошение 1096 г/м², против контроля – 797 г/м² и в полную спелость 1577 г/м² и 1118 г/м² соответственно. Таким образом, различия по высоте и массе растений между указанными вариантами опыта достигали максимума к концу вегетации.

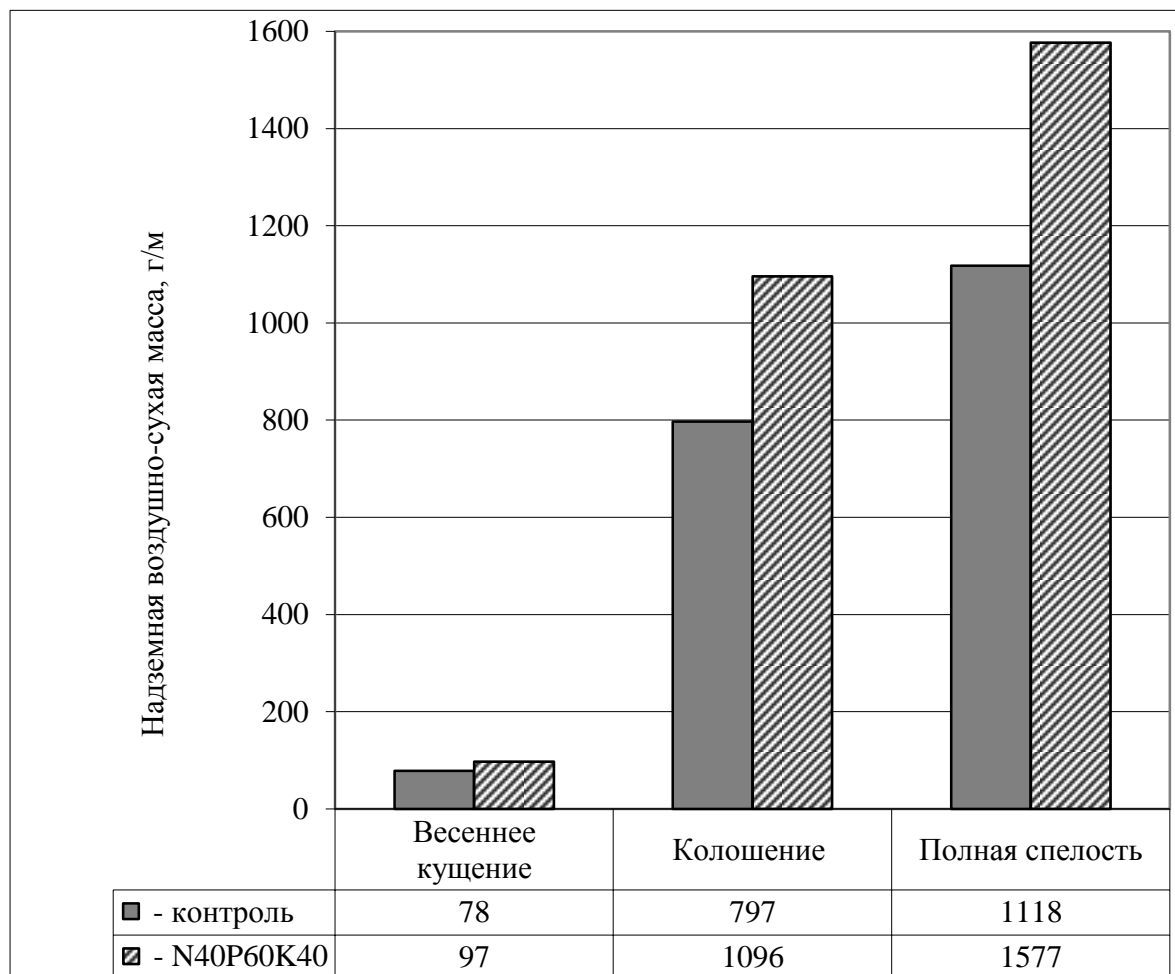


Рисунок 6 - Динамика нарастания надземной воздушно-сухой массы озимого ячменя сорта Ларец (2002-2005 гг.)

Обобщение результатов химического анализа растений показало, что наибольшее относительное содержание элементов питания в надземной массе озимого ячменя сорта Ларец отмечалось в фазе весеннего кущения (табл. 3).

Так, в среднем за 4 года исследований в эту фазу развития растений для сорта Ларец в контрольном варианте содержание азота составило 2,66; фосфора 0,69 и калия 3,25%. Уже в фазе кущения проявлялось положительное влияние удобрений на количественные показатели этих элементов питания. При внесении $N_{40}P_{60}K_{40}$ концентрация NPK увеличилась до 2,74; 0,72 и 3,33% соответственно. Больше содержание NPK в надземной массе озимого ячменя в варианте с применением удобрений отмечалось и в более поздние фазы развития растений.

Таблица 3 - Влияние удобрений на динамику содержания NPK в надземной массе озимого ячменя Ларец, % на сухое вещество

Фаза развития		Контроль			N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀		
		N	P	K	N	P	K
2002 г.							
Весеннее кущение		2,53	0,68	3,28	2,60	0,71	3,34
Колошение		1,45	0,41	2,00	1,54	0,44	2,07
Полная спелость	зерно	1,82	0,27	0,52	1,98	0,30	0,54
	солома	0,78	0,42	1,32	0,80	0,44	1,38
2003 г.							
Весеннее кущение		2,77	0,72	3,41	2,89	0,77	3,48
Колошение		1,72	0,43	2,09	1,81	0,45	2,18
Полная спелость	зерно	2,21	0,30	0,55	2,37	0,32	0,57
	солома	0,86	0,46	1,40	0,88	0,47	1,44
2004 г.							
Весеннее кущение		2,63	0,70	3,17	2,68	0,72	3,30
Колошение		1,61	0,42	2,02	1,70	0,44	2,09
Полная спелость	зерно	1,81	0,29	0,55	2,02	0,31	0,56
	солома	0,79	0,44	1,33	0,83	0,46	1,40
2005 г.							
Весеннее кущение		2,73	0,65	3,14	2,78	0,69	3,21
Колошение		1,66	0,41	2,11	1,73	0,44	2,16
Полная спелость	зерно	2,09	0,29	0,54	2,19	0,31	0,55
	солома	0,80	0,45	1,30	0,84	0,48	1,39
Среднее 2002-2005 гг.							
Весеннее кущение		2,66	0,69	3,25	2,74	0,72	3,33
Колошение		1,61	0,42	2,05	1,69	0,44	2,12
Полная спелость	зерно	1,98	0,29	0,54	2,14	0,31	0,55
	солома	0,81	0,44	1,34	0,84	0,46	1,40

Относительное содержание питательных веществ (NPK) в надземной массе озимого ячменя (в %) по мере увеличения массы растений уменьшалось. При созревании озимого ячменя основная масса азота и фосфора перемещалась в зерно, а большая часть калия оставалась в соломе.

Содержание NPK в зерне и надземной массе зависело от погодных условий. В наших опытах оно было выше в засушливые, чем во влажные годы. Удобрения оказывали слабое влияние на содержание в зерне фосфора и калия, что подтверждается данными таблицы. Так, на контроле количество фосфора в зерне составило 0,29% и калия 0,54%, в варианте внесения N₄₀P₆₀K₄₀ оно изменилось очень незначительно – 0,31 и 0,55%, соответственно.

В наших исследованиях, в период созревания озимого ячменя, отмечался усиленный отток азота из вегетативной массы в репродуктивные органы. При этом содержание азота в зерне, в среднем за годы исследований на контроле составило 1,98%. Применение удобрений в дозе $N_{40}P_{60}K_{40}$ повышало его до 2,14%, способствуя тем самым улучшению качества зерна. Максимальное количество азота в зерне было в 2003 году, как на контроле – 2,21%, так и удобренном варианте – 2,37%, что объясняется очень низким урожаем зерна в этом году. Величина поглощения озимым ячменем питательных веществ зависела от фазы развития растений, удобрений и погодных условий (табл. 4).

Таблица 4 - Влияние удобрений на динамику накопления NPK надземной массой озимого ячменя Ларец, кг/га *

Фаза развития		Контроль			$N_{40}P_{60}K_{40}$		
		N	P	K	N	P	K
2002 г.							
Весеннее кущение		23,7	6,4	30,8	30,2	8,2	38,7
Колошение		135,4	38,3	186,8	202,5	57,9	272,2
Полная спелость	зерно	75,2	11,1	21,5	123,0	18,6	33,5
	солома	66,8	36,0	113,1	99,7	54,8	171,9
	всего в урожае	142,0	47,1	134,6	222,7	73,4	205,4
2003 г.							
Весеннее кущение		11,9	3,1	14,7	16,7	4,5	20,2
Колошение		73,6	18,4	89,4	110,9	27,6	133,6
Полная спелость	зерно	54,6	7,4	13,6	79,9	10,8	19,2
	солома	39,5	21,2	64,4	49,9	26,6	81,6
	всего в урожае	94,1	28,6	78,0	129,8	37,4	100,8
2004 г.							
Весеннее кущение		25,5	6,8	30,7	33,2	8,9	40,9
Колошение		154,9	40,4	194,3	227,5	58,9	279,6
Полная спелость	зерно	78,9	12,6	24,0	130,1	20,0	36,1
	солома	70,3	39,2	118,4	105,2	58,3	177,5
	всего в урожае	149,2	51,8	142,4	235,3	78,3	213,6
2005 г.							
Весеннее кущение		21,6	5,1	24,8	25,8	6,4	29,8
Колошение		143,1	35,3	181,8	193,2	49,1	241,3
Полная спелость	зерно	81,9	11,4	21,2	127,9	18,1	32,1
	солома	62,2	35,0	101,1	87,5	50,0	144,8
	всего в урожае	144,1	46,4	122,3	215,4	68,1	176,9
Среднее 2002-2005 гг.							
Весеннее кущение		20,7	5,3	25,2	26,5	7,0	32,4
Колошение		126,7	33,1	163,1	183,5	48,4	231,7
Полная спелость	зерно	72,6	10,6	20,1	115,2	16,9	30,2
	солома	59,7	32,8	99,2	85,6	47,4	143,9
	всего в урожае	132,3	43,4	119,3	200,8	64,3	174,1

* Примечание: расчет сделан на абсолютно-сухое вещество при влажности зерна 14%, соломы – 10%.

В среднем за годы исследований в контрольном варианте наибольшее накопление азота – 132,3 кг/га и фосфора – 43,4 кг/га отмечалось в фазе полной спелости, а калия – 163,1 кг/га в фазе колошения. Применение удобрений повышало эти показатели соответственно до 200,8; 64,3 и 231,7 кг/га. Причем разница между удобрённым и контрольным вариантами была отмечена в фазе кущения и продолжала оставаться в течение всего вегетационного периода.

В неблагоприятном по перезимовке растений 2003 году поглощение элементов питания было значительно ниже, чем в другие годы исследований, что объясняется более низкими показателями веса надземной массы в этот год. При применении NPK–удобрений накопление элементов питания в надземной массе озимого ячменя значительно возрастало, как в благоприятные, так и неблагоприятные годы. Следовательно, удобрения смягчали негативное действие неблагоприятных условий перезимовки растений.

Таким образом, наибольшее абсолютное содержание азота и фосфора по озимому ячменю отмечается в фазе полной спелости, а калия в фазе колошения. Под влиянием удобрений оно значительно возрастало, начиная с фазы кущения и до полной спелости, что способствовало формированию более высокого урожая. Величина поглощения NPK зависит от погодных условий: в благоприятные годы она значительно выше, чем в годы с неблагоприятной перезимовкой растений.

3.4 Вынос элементов питания и их баланс в системе «почва-растение»

В наших условиях пополнение питательных веществ в почве происходит в основном за счет внесения органических и минеральных удобрений, применение которых в Ростовской области крайне неравномерное, как по хозяйствам, так и в разрезе отдельных сельскохозяйственных культур.

В связи с этим одной из задач наших исследований было определение выноса элементов питания озимым ячменем под влиянием удобрений, а также

определение баланса питательных веществ в системе «почва-растение» на примере сорта Ларец (табл. 5).

В наших опытах озимый ячмень Ларец на 1 тонну зерна и соответствующее количество побочной продукции вынес из почвы: азота – 35,6, фосфора – 11,6 и калия – 32,1 кг.

Суммарный вынос азота, фосфора и калия в основном зависит от уровня урожайности озимого ячменя. Хотя изменения его обусловлены теми же причинами, что и колебания по урожайности (сорт, удобрения и погодные условия).

Таблица 5 - Баланс элементов питания при возделывании озимого ячменя сорта Ларец в зависимости от удобрений (2002-2005 гг.)

Вариант опыта	Урожайность, т/га	Суммарный вынос			Поступления с удобрениями			Баланс		
		N	P	K	N	P	K	N	P	K
Контроль	3,72	132,4	43,1	119,4	-	-	-	-132,4	-43,1	-119,4
P ₃₀	4,04	143,8	46,9	129,7	-	30	-	-143,8	-16,9	-129,7
P ₃₀ K ₂₀	4,20	149,5	48,7	134,8	-	30	20	-149,5	-18,7	-114,8
P ₃₀ K ₂₀ + N ₂₀ весной	5,12	182,3	59,4	164,3	20	30	20	-162,3	-29,4	-144,3
N ₂₀ P ₃₀ K ₂₀	5,15	183,3	59,7	165,3	20	30	20	-163,3	-29,7	-145,3
N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀	5,47	194,7	63,4	175,6	40	60	40	-154,7	-3,4	-135,6

Расчет баланса элементов питания в системе «почва-растение» в наших опытах показал, что озимый ячмень формирует высокую урожайность при значительном дефиците всех элементов питания во всех вариантах опыта. Даже при внесении наиболее высокой дозы удобрений – N₄₀P₆₀K₄₀ и получения максимального урожая зерна – 5,47 т/га дефицит по азоту составил 154,7 кг, по фосфору 3,4 кг и по калию 135,6 кг.

Для достижения положительного баланса по всем элементам питания в вариантах с наибольшей продуктивностью растений необходимо увеличение доз удобрений. Однако для подтверждения хозяйственной, экономической и экологической целесообразности увеличения доз удобрений необходимо

проведение специальных исследований с включением в расчет других источников пополнения в почве питательных веществ.

3.5 Урожайность сортов озимого ячменя

Одним из главных показателей эффективности изучаемых агроприемов является продуктивность культурных растений. Чем лучше удовлетворяются потребности в незаменимых факторах жизни растений (тепле, свете, влаге и элементах минерального питания) и чем более они приспособлены к конкретным складывающимся погодным условиям, тем выше урожайность и лучше качество продукции сельскохозяйственных культур.

Значительное место в технологии возделывания озимого ячменя занимает и рациональное использование минеральных удобрений.

В наших опытах влияние минеральных удобрений на рост и развитие растений проявлялось уже при появлении всходов (табл. 6).

Таблица 6 – Влияние минеральных удобрений на развитие сортов озимого ячменя (2002-2005 гг.)

Вариант опыта	Всходы, шт/м ²	Полевая всхожесть, %	Число растений к ВВВВ*, шт/м ²	Перезимовка, %	Число растений к уборке	
					шт/м ²	выживаемость, %
Силуэт						
Контроль	304	61	256	83	214	63
N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀	345	69	316	90	275	80
Ларец						
Контроль	309	62	270	87	233	75
N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀	382	72	334	93	303	88
Полет						
Контроль	308	62	261	85	225	73
N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀	344	69	315	91	286	83

*ВВВВ – время возобновления весенней вегетации

В среднем за четыре года изучения полевая всхожесть на контроле по изучаемым сортам составила 61-62%, а при внесении минеральных удобрений в дозе N₄₀P₆₀K₄₀ она увеличилась по сортам Силуэт и Полет до 69%, а по сорту

Ларец до 72%. В связи с этим, всходы на удобренном варианте опыта были более своевременными и дружными.

Лучшее развитие растений в варианте с применением удобрений имело преимущество в сравнении с контролем при перезимовке и выживаемости. Так, в среднем за четыре года, по сорту Силуэт на контроле перезимовка растений составила 83%, а на удобренном варианте 90%; по сорту Ларец 87 и 93% и по сорту Полет 85 и 91%.

В разрезе изучаемых лет очень низкий процент перезимовки был отмечен в 2003 году, когда, как отмечалось ранее, были очень жесткие погодные условия. В этом случае на контрольном варианте по перезимовке были получены очень низкие показатели: Силуэт – 54%, Ларец – 65% и Полет – 61%, хотя даже в этих условиях удобрения способствовали лучшей сохранности растений, которая составила: 69; 78 и 72% соответственно вышеуказанным сортам. Необходимо отметить, что во все годы исследований лучшей зимостойкостью выделился сорт Ларец. Применение удобрений оказывало положительное влияние на выживаемость растений озимого ячменя. Так, по сорту Силуэт на контроле она составила 63%, а при внесении $N_{40}P_{60}K_{40}$ – 80%. Аналогичные данные были получены и по другим изучаемым сортам: Ларец 75 и 88%, Полет – 73 и 83% соответственно.

Растения озимого ячменя получившие NPK-удобрения отличились от контрольных лучшим развитием надземной массы. Применение минеральных удобрений не влияло на фенологию развития сортов озимого ячменя до фазы выхода растений в трубку. Начиная с фазы трубкования и до полной спелости применение NPK-удобрений ускоряло рост и развитие растений на 2-4 дня. На остальных вариантах опыта фенология развития растений озимого ячменя была идентична с контролем или раньше на 1-2 дня.

Наиболее короткая продолжительность вегетационного периода была отмечена нами в 2003 году, которая колебалась по сортам от 277 до 285 дней, а наиболее длинная в 2002 году – 284-293 дня. Среди изучаемых сортов наиболее

скороспелым во все годы исследований был сорт Силуэт, который созревал раньше сорта Ларец на 2-3 дня и сорта Полет на 4-6 дней.

Таким образом, применение минеральных удобрений создавало лучшие условия для роста и развития растений озимого ячменя, повышая их полевую всхожесть, перезимовку и выживаемость к уборке, что в конечном итоге способствовало формированию дополнительной урожайности на удобренных вариантах опыта.

Во все годы проведения опытов реакция сортов озимого ячменя на внесение удобрений была положительной (табл. 7).

Таблица 7 - Влияние удобрений на урожайность сортов озимого ячменя

Вариант опыта	Урожайность, т/га					± к контролю	
	2002 г.	2003 г.	2004 г.	2005 г.	среднее	т/га	%
Силуэт							
Контроль	2,75	1,52	3,85	3,48	2,90	-	100
P ₃₀	3,07	1,71	4,17	3,70	3,16	0,26	109
P ₃₀ K ₂₀	3,20	1,76	4,39	3,65	3,25	0,35	112
P ₃₀ K ₂₀ + N ₂₀ весной	3,50	2,18	5,08	4,71	3,87	0,97	133
N ₂₀ P ₃₀ K ₂₀	3,51	2,20	5,21	4,60	3,88	0,98	133
N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀	4,31	2,44	5,64	5,21	4,40	1,50	152
Ларец							
Контроль	4,13	2,47	4,36	3,92	3,72	-	100
P ₃₀	4,87	2,61	4,60	4,08	4,04	0,32	108
P ₃₀ K ₂₀	5,23	2,64	4,72	4,22	4,20	0,48	113
P ₃₀ K ₂₀ + N ₂₀ весной	6,03	3,01	5,92	5,51	5,12	1,40	138
N ₂₀ P ₃₀ K ₂₀	6,12	3,08	6,11	5,30	5,15	1,43	138
N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀	6,21	3,37	6,44	5,84	5,47	1,75	147
Полет							
Контроль	4,27	1,67	4,12	3,51	3,39	-	100
P ₃₀	5,05	1,68	4,41	3,68	3,70	0,31	109
P ₃₀ K ₂₀	5,38	1,78	4,56	3,90	3,91	0,52	115
P ₃₀ K ₂₀ + N ₂₀ весной	5,56	2,46	5,34	4,97	4,58	1,19	135
N ₂₀ P ₃₀ K ₂₀	5,53	2,38	5,20	5,10	4,55	1,16	134
N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀	6,55	2,57	6,01	5,66	5,20	1,81	153
НСР удобрений	0,07	0,06	0,07	0,08			
НСР _{0,5} сорта	0,09	0,09	0,09	0,11			

Наибольший урожай зерна сорта Силуэт и Ларец сформировали в 2004 году, когда уровень урожайности на контроле был 3,85 и 4,36 т/га соответственно. Применение удобрений способствовало формированию дополнительной урожайности от 0,24 до 2,08 т/га.

В варианте с внесением $N_{40}P_{60}K_{40}$ был получен максимальный за все годы изучения урожай зерно, который составил по сорту Силуэт – 5,64 т/га и по сорту Ларец – 6,44 т/га, в том числе прибавки урожая к контролю составили соответственно 1,78 и 2,08 т/га.

По сорту Полет максимальный урожай был получен в 2002 году, когда на контроле он составил 4,27 т/га, а в варианте с применением $N_{40}P_{60}K_{40}$ – 6,55 т/га, в том числе прибавка урожая была равна 2,28 т/га.

Самую низкую урожайность все изучаемые сорта озимого ячменя сформировали в неблагоприятном по условиям перезимовки 2003 году. Здесь урожайность на контроле в порядке возрастания составила по сортам: Силуэт – 1,52 т/га; Полет – 1,67 т/га и Ларец – 2,47 т/га, хотя даже в этих условиях реакция сортов на удобрения была очень высокой. Наибольший урожай зерно в этом году был также получен в варианте с применением $N_{40}P_{60}K_{40}$, который составил соответственно по вышеуказанным сортам: 2,44; 2,57 и 3,37 т/га.

Необходимо отметить, что в этих жестких по перезимовке условиях года наибольшую урожайность во всех вариантах опыта сформировал сорт Ларец, что свидетельствует о более высокой его зимостойкости.

В среднем за 4 года изучения была получена следующая урожайность в контрольном варианте: Силуэт – 2,90 т/га; Ларец – 3,72 т/га и Полет – 3,39 т/га. Одностороннее внесение фосфора в дозе P_{30} обеспечило увеличение урожайности по сравнению с контролем на 0,26-0,32 т/га (8-9%). Применение парной комбинации – $P_{30}K_{20}$ вызвало дальнейшее, но невысокое повышение урожайности на 0,35-0,52 т/га (12-15%). При добавлении к парной комбинации азота в дозе N_{20} , внесенной под основную обработку почвы или в виде подкормки весной обусловило резкое увеличение урожайности по сравнению с

контролем на 0,97-1,43 т/га (33-38%). При этом существенной разности между различными способами внесения азотных удобрений нами не установлено.

Увеличение дозы удобрений в два раза ($N_{40}P_{60}K_{40}$) способствовало получению максимальной урожайности по всем изучаемым сортам, которая составила: Силуэт – 4,40 т/га; Ларец – 5,47 т/га и Полет – 5,20 т/га. Здесь прибавки урожая в сравнении с контролем составили соответственно вышеуказанным сортам: 1,50 т/га (52%); 1,75 т/га (47%) и 1,81 т/га (53%). Необходимо отметить, что более высокой урожайностью во всех вариантах опыта выделился сорт Ларец, что свидетельствует о его лучшей отзывчивости на внесение удобрений. Вычленение из NPK отдельных элементов питания показало, что решающее значение на урожайность сортов озимого ячменя оказывает азотное удобрение, доля которого составила 55-66% (табл. 8).

Таблица 8 - Роль отдельных элементов питания в повышении урожайности сортов озимого ячменя (2002-2005 гг.)

Элемент питания	Силуэт		Ларец		Полет	
	Прибавка к контролю		Прибавка к контролю		Прибавка к контролю	
	т/га	%	т/га	%	т/га	%
N	0,63	64	0,95	66	0,64	55
P	0,26	27	0,32	22	0,31	27
K	0,09	9	0,16	12	0,21	18

В этом случае доля фосфорных удобрений была значительно ниже – 22-27% и самая минимальная оказалась по калийным удобрениям – 9-18%.

Во все годы изучения были получены достоверные прибавки урожайности по всем изучаемым сортам, что подтверждается данными математической обработки опытов.

Окупаемость зерном 1 кг питательного вещества удобрений во все годы изучения была высокой по всем сортам и зависела от доз вносимых удобрений и сортовых особенностей (табл.9).

Таблица 9 - Оплата удобрений зерном по сортам озимого ячменя
1 кг зерна на 1 кг д.в. (2002-2005 гг.)

Вариант опыта	Силуэт	Ларец	Полет
Контроль	-	-	-
P ₃₀	8,8	10,7	10,3
P ₃₀ K ₂₀	7,0	9,6	10,4
P ₃₀ K ₂₀ + N ₂₀ весной	13,9	20,0	17,0
N ₂₀ P ₃₀ K ₂₀	14,0	20,4	16,6
N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀	10,7	12,4	12,9

В среднем за годы изучения одностороннее внесение P₃₀ обеспечило оплату зерном от 8,8 до 10,7 кг на 1 кг д.в. Добавление к фосфорному удобрению калийных несколько снизило этот показатель до 7,0-10,4 кг. Максимальная же оплата удобрений зерном по всем сортам была отмечена в вариантах применения N₂₀ P₃₀K₂₀ или P₃₀K₂₀+ N₂₀ весной (здесь разница между вариантами была несущественной) и составила по сортам: Силуэт 13,9-14,0; Ларец – 20,0-20,4 и Полет 16,6-17,0 кг на 1 кг д.в. Удвоение дозы вносимых удобрений до N₄₀ P₆₀K₄₀ снизило оплату удобрений зерном до 10,7-12,9 кг на 1 кг д.в. Необходимо отметить, что в большинстве вариантов опыта самая высокая оплата удобрений зерном отмечалась по сорту Ларец.

Таким образом, все сорта по всем вариантам опыта имели высокую оплату зерном 1 кг д.в. удобрений и наивысшей она была при внесении N₂₀ P₃₀K₂₀ с внесением азота до посева или весной в подкормки.

В современных условиях получение больше 5 кг зерна на 1 кг д.в. удобрений экономически оправдывается, что подтверждается и расчетными данными экономической и биоэнергетической эффективности.

3.6 Элементы структуры урожая

Формирование высокой урожайности зерна растениями озимого ячменя обусловлено основными элементами структуры урожая: продуктивная кустистость, озерненность колоса, выполненность зерна и его масса.

Исследования, выполненные нами, показали, что на элементы структуры урожая в значительной степени влияют такие факторы как: погодные условия, дозы применяемых удобрений и сортовые особенности (табл. 10).

Таблица 10 - Влияние удобрений на элементы структуры урожая сортов озимого ячменя в 2002-2005 гг.

Вариант опыта	Высота растений, см	Число продуктивных стеблей, шт./м ²	Число зерен в колосе, шт.	Масса зерна с 1 колоса, г	Масса 1000 зерен, г	Натура, г/л
Силуэт						
Контроль	90,2	284	33,3	1,07	38,7	624
P ₃₀	92,0	309	33,4	1,07	38,9	628
P ₃₀ K ₂₀	92,2	320	33,5	1,07	38,9	628
P ₃₀ K ₂₀ +N ₂₀ весной	100,3	355	34,2	1,15	39,5	640
N ₂₀ P ₃₀ K ₂₀	97,5	353	34,1	1,15	39,4	635
N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀	99,2	385	34,4	1,17	39,7	645
Ларец						
Контроль	94,5	349	34,7	1,17	39,7	640
P ₃₀	95,2	370	34,8	1,17	39,8	643
P ₃₀ K ₂₀	95,7	380	34,8	1,20	39,9	643
P ₃₀ K ₂₀ +N ₂₀ весной	103,2	431	35,3	1,27	40,4	652
N ₂₀ P ₃₀ K ₂₀	101,5	436	35,3	1,27	40,3	650
N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀	103,2	455	35,6	1,27	40,6	656
Полег						
Контроль	86,5	335	34,1	1,07	39,1	634
P ₃₀	88,0	357	34,2	1,10	39,2	636
P ₃₀ K ₂₀	88,2	365	34,3	1,15	39,2	637
P ₃₀ K ₂₀ +N ₂₀ весной	96,2	415	35,1	1,17	39,8	646
N ₂₀ P ₃₀ K ₂₀	94,2	413	35,0	1,17	39,7	643
N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀	96,0	454	35,3	1,17	40,0	648

Благоприятные условия осенне-зимнего периода в 2002 и 2004 годы позволили растениям озимого ячменя хорошо раскуститься, полностью перезимовать и сформировать наибольший урожай зерна. В эти годы были наибольшие показатели высоты растений, числа продуктивных стеблей на 1 м^2 , озерненности колоса, массы зерна с 1 колоса и массы 1000 зерен. Худшие показатели элементов структуры урожая отмечались в неблагоприятном 2003 году.

В среднем за годы исследований наибольшая высота растений в контрольном варианте отмечалась по сорту Ларец – 94,5 см, по другим сортам она была ниже: Силуэт – 90,2 см и Полет – 86,5 см. Применение удобрений способствовало увеличению высоты растений по всем изучаемым сортам: Силуэт – 92,0-100,3 см; Ларец – 95,2-103,2 см и Полет – 88,0-96,2 см. При этом наибольшие показатели по всем сортам были отмечены в варианте $P_{30}K_{20}$ до посева + N_{20} в подкормку весной.

Одним из самых важных показателей элементов структуры урожая считается число продуктивных стеблей на единицу площади. В наших опытах их количество к уборке на контроле составило по сортам: Силуэт – 284 шт./ м^2 ; Ларец – 349 шт./ м^2 и Полет – 335 шт./ м^2 . Применение удобрений, улучшая условия питания растений, способствовало повышению продуктивной кустистости всех изучаемых сортов озимого ячменя и тем самым увеличивало урожайность на удобренных вариантах опыта.

Наибольшее число продуктивных стеблей было отмечено нами в варианте $N_{40}P_{60}K_{40}$, которое составило по сортам: Силуэт – 385 шт./ м^2 ; Ларец – 455 шт./ м^2 и Полет – 454 шт./ м^2 .

Озерненность колоса и его масса слабо изменялись под влиянием удобрений, хотя здесь также сохранялись вышеуказанные закономерности, а именно, наибольшими эти показатели были при внесении удобрений в дозе $N_{40}P_{60}K_{40}$, а среди изучаемых сортов по сорту Ларец во всех вариантах опыта.

Наиболее крупное зерно с массой 1000 зерен 39,7 г и натурой зерна 640 г/л в контрольном варианте было получено по сорту Ларец. По сорту Силуэт и

по сорту Полет эти показатели были ниже: 38,7 г и 624 г/л и 39,1 г и 634 г/л соответственно. Максимальных значений данные показатели по всем сортам достигали в варианте $N_{40}P_{60}K_{40}$, которые составили: Силуэт – 39,7 г и 645 г/л; Ларец – 40,6 г и 656 г/л; Полет – 40,0 г и 648 г/л.

Таким образом, внесение удобрений способствовало улучшению показателей элементов структуры урожая, а следовательно и повышению продуктивности растений по изучаемым сортам озимого ячменя.

3.7 Качество зерна сортов озимого ячменя

Несмотря на то, что качеству зерна в последние годы придается большое значение, в Ростовской области имеется очень мало исследований, посвященных выяснению влияния минеральных удобрений на качественные показатели зерна озимого ячменя.

Плодородные черноземы, достаточное количество света и тепла, отсутствие избыточного увлажнения и оптимальная влажность зерна при уборке урожая были и остаются благоприятными природными факторами для формирования зерна с высокими показателями качества.

Достаточная и бесперебойная обеспеченность растений озимых культур основными элементами минерального питания – важная предпосылка получения стабильных урожаев зерна с высоким качеством. Действие удобрений зависит как от варьирующих факторов внешней среды, которыми не всегда можно управлять, так и регулируемых антропологических (дозы, сроки внесения, взаимодействие элементов питания и т.д.), влияющих на качество зерна.

Для озимого ячменя основным показателем качества является содержание в нем сырого белка. Наши исследования показали, что его содержание в зерне в большей степени зависит от погодных условий и доз внесения удобрений и в меньшей от сортовых особенностей (табл. 11).

Наибольшее содержание сырого белка в зерне было отмечено в неблагоприятном 2003 году, когда в контрольном варианте оно варьировало по сортам от 12,6 до 12,7%. Количество белка в благоприятные по урожайности 2002 и 2004 годы было ниже, где оно колебалось на контроле от 10,3 до 10,6 %. Это подтверждает отрицательную корреляцию между урожайностью и количеством сырого белка в зерне, высказанную рядом ученых (А.Н. Павлов, 1984; В.Д. Панников, В.Г. Минеев, 1987; И.Г.Калиненко, 1995; В.И. Ковтун, 2002).

Таблица 11 - Содержание сырого белка в зерне сортов озимого ячменя под влиянием удобрений, %

Вариант опыта	2002 г	2003 г	2004 г	2005 г	Среднее
Силуэт					
Контроль	10,6	12,7	10,4	12,0	11,4
P ₃₀	10,3	12,4	10,3	11,9	11,2
P ₃₀ K ₂₀	10,3	12,5	10,3	12,2	11,1
P ₃₀ K ₂₀ +N ₂₀ весной	11,4	13,3	11,2	12,2	12,0
N ₂₀ P ₃₀ K ₂₀	11,2	13,2	11,1	12,2	11,9
N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀	11,4	13,6	11,5	12,4	12,2
Ларец					
Контроль	10,4	12,6	10,3	11,9	11,3
P ₃₀	10,2	12,5	10,2	11,6	11,1
P ₃₀ K ₂₀	10,2	12,5	10,2	11,6	11,1
P ₃₀ K ₂₀ +N ₂₀ весной	11,3	13,4	11,4	12,3	12,1
N ₂₀ P ₃₀ K ₂₀	11,2	13,2	11,3	12,3	12,0
N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀	11,3	13,5	11,5	12,5	12,2
Полет					
Контроль	10,5	12,6	10,5	12,0	11,4
P ₃₀	10,4	12,4	10,4	11,8	11,2
P ₃₀ K ₂₀	10,3	12,4	10,3	11,7	11,1
P ₃₀ K ₂₀ +N ₂₀ весной	11,6	13,2	11,3	12,4	12,1
N ₂₀ P ₃₀ K ₂₀	11,3	13,1	11,2	12,2	11,9
N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀	11,5	13,3	11,4	12,4	12,1

В среднем за годы изучения содержание сырого белка в зерне на контроле слабо различалось по сортам озимого ячменя и составило: Силуэт и Полет – 11,4% и Ларец – 11,3%. Внесение только фосфорных, а также фосфорно-калийных удобрений снижало этот показатель по всем изучаемым сортам на 0,2-0,3%. Использование азота в дозе N₂₀ до посева или в подкормку весной в сочетании с P₂₀K₃₀ повышало количество белка до 11,9-12,1%.

Максимальным этот показатель был отмечен при применении $N_{40}P_{60}K_{40}$ и составил по сортам Силуэт и Ларец – 12,2% и по сорту Полет – 12,1%.

Применение минеральных удобрений положительно отразилось на повышении сбора сырого белка с 1 га за счет роста урожайности и улучшения качества зерна (табл. 12).

Таблица 12 - Сбор сырого белка по сортам озимого ячменя под влиянием удобрений, кг/га

Вариант опыта	2002 г	2003 г	2004 г	2005 г	Среднее
Силуэт					
Контроль	291,5	193,0	400,4	417,6	325,6
P_{30}	316,2	212,0	429,5	440,3	349,5
$P_{30}K_{20}$	329,6	220,0	452,2	416,1	354,4
$P_{30}K_{20}+N_{20}$ весной	399,0	289,9	569,0	574,6	458,1
$N_{20}P_{30}K_{20}$	393,1	290,4	578,3	561,2	455,7
$N_{40}P_{60}K_{40}$	491,3	331,8	648,6	646,0	529,4
Ларец					
Контроль	429,5	311,2	449,1	466,5	414,1
P_{30}	496,7	326,2	469,2	473,3	441,3
$P_{30}K_{20}$	533,5	330,0	481,4	489,5	458,6
$P_{30}K_{20}+N_{20}$ весной	681,4	403,3	674,9	677,7	609,3
$N_{20}P_{30}K_{20}$	675,4	406,6	690,4	651,9	606,1
$N_{40}P_{60}K_{40}$	701,7	455,0	740,6	730,0	656,8
Полет					
Контроль	448,3	210,4	432,6	421,2	378,1
P_{30}	525,2	208,3	458,6	434,2	406,6
$P_{30}K_{20}$	554,1	220,7	469,7	456,3	425,2
$P_{30}K_{20}+N_{20}$ весной	645,0	324,7	603,4	616,3	547,3
$N_{20}P_{30}K_{20}$	624,9	311,8	582,4	622,2	535,3
$N_{40}P_{60}K_{40}$	753,2	341,8	685,1	701,8	620,5

Так, на контроле, сбор сырого белка за время проведения опытов составил по сортам Силуэт 325,6 кг; Ларец – 414,1 кг и Полет – 378,1 кг с 1 га. Внесение минеральных удобрений в различных дозах повышало этот показатель соответственно по вышеуказанным сортам на: 23,9-203,8; 27,2-242,7 и 28,5-242,4 кг с 1 га. Наибольшим по всем изучаемым сортам он был при использовании дозы удобрений $N_{40}P_{60}K_{40}$, как в среднем за годы исследований, так и отдельно по годам проведения опытов.

Для расчета сбора кормовых единиц с 1 га мы использовали общепринятый коэффициент для зерна озимого ячменя (М.Ф. Томмэ, 1968). Расчеты показали, что наибольший сбор кормовых единиц с 1 га был получен при применении удобрений в дозе $N_{40}P_{60}K_{40}$, который составил по сортам Силуэт – 5,19; Ларец – 6,45 и Полет – 6,13 т/га. Необходимо отметить, что наибольшие показатели сбора сырого белка и кормовых единиц с 1 га во всех вариантах опыта были отмечены по сорту Ларец, а наименьшие по сорту Силуэт (табл. 13).

Таблица 13 - Сбор кормовых единиц по сортам озимого ячменя под влиянием удобрений, т/га

Вариант опыта	2002 г	2003 г	2004 г	2005 г	Среднее
Силуэт					
Контроль	3,24	1,79	4,54	4,11	3,42
P_{30}	3,62	2,02	4,92	4,37	3,73
$P_{30}K_{20}$	3,78	2,08	5,18	4,31	3,84
$P_{30}K_{20}+N_{20}$ весной	4,13	2,57	5,99	5,56	4,56
$N_{20}P_{30}K_{20}$	4,14	2,60	6,15	5,43	4,58
$N_{40}P_{60}K_{40}$	5,08	2,88	6,65	6,15	5,19
Ларец					
Контроль	4,87	2,91	5,14	4,62	4,38
P_{30}	5,75	3,08	5,43	4,81	4,77
$P_{30}K_{20}$	6,17	3,11	5,57	4,98	4,96
$P_{30}K_{20}+N_{20}$ весной	7,12	3,55	6,99	6,50	6,04
$N_{20}P_{30}K_{20}$	7,22	3,63	7,21	6,25	6,08
$N_{40}P_{60}K_{40}$	7,33	3,98	7,60	6,89	6,45
Полет					
Контроль	5,04	1,97	4,86	4,14	4,00
P_{30}	5,96	1,98	5,20	4,34	4,37
$P_{30}K_{20}$	6,35	2,10	5,38	4,60	4,61
$P_{30}K_{20}+N_{20}$ весной	6,56	2,90	6,30	5,86	5,40
$N_{20}P_{30}K_{20}$	6,53	2,81	6,14	6,02	5,37
$N_{40}P_{60}K_{40}$	7,73	3,03	7,09	6,68	6,13

Таким образом, применение минеральных удобрений положительно влияло на полевую всхожесть, перезимовку растений, сохранность их к уборке, основные элементы структуры урожая, а в конечном итоге и на урожайность изучаемых сортов озимого ячменя. Кроме того, в вариантах с внесением азота значительно улучшалось качество зерна, повышая при этом выход сырого белка и кормовых единиц с 1 га. При этом лучшие показатели отмечались при

внесении минеральных удобрений в дозе $N_{40}P_{60}K_{40}$. Среди изучаемых сортов более высокой зимостойкостью, урожайностью, сбором сырого белка и кормовых единиц с 1 га отмечался сорт Ларец.

ГЛАВА 4 СРОКИ И СПОСОБЫ УБОРКИ ОЗИМОГО ЯЧМЕНЯ

4.1 Рост, развитие и динамика колошения

Озимый ячмень в своем развитии проходит ряд важных этапов, на каждом из которых закладывается и развивается один из компонентов урожайности (плотность продуктивного стеблестоя, число зерен в колосе, масса 1000 зерен). Формирование продуктивных органов осуществляется не одновременно, а более или менее последовательно. Поэтому низкие показатели одного из компонентов урожайности могут в определенной степени компенсироваться более интенсивным развитием других (З. Натрова, Я. Смочек, 1983).

Высота растений – это генетически детерминантный признак, который слабо подвержен экологической или модификационной изменчивости. Большинство сортов озимого ячменя, районированные в Ростовской области, относят к среднерослым (81-105 см), но при возрастании экологической изменчивости высота их может меняться значительно:

- в острозасушливые годы наиболее оптимальной является высота стебля 60-75 см;
- в годы с достаточным увлажнением – 100-105 см;
- для сортов интенсивного направления приемлемой высотой следует считать уровень 85-90 см;
- для сортов среднего агрофона в пределах 100-105 см.

С высотой растения связано количество листьев на стебле, длина и количество междоузлий, продуктивность и архитектура растений, а также полегание посевов.

Самыми урожайными и ценными в технологическом отношении оказываются сорта с высотой стебля 80-106 см. Снижение высоты ниже 70 см приводит к уменьшению продуктивности (главным образом за счет снижения массы 1000 зерен) и затрудняет механизированную уборку (В.С Шевелуха, А.В.

Морозова, 1998).

Высота растений и состояние посевов влияют на выбор способа уборки озимого ячменя: однофазно убирают посеvy неполегающие с редким и низким стеблестоем, а отдельно – высокорослые (не ниже 60-70 см) и склонные к полеганию (И.И. Бемяков, 1990).

Переломным этапом в жизни зерновых культур является фаза цветения, к концу которой приостанавливается рост стебля в высоту, а значит задолго до созревания и уборки известна высота стеблестоя хлебов, которую необходимо учитывать при выборе способа уборки.

Цветение при благоприятных условиях наступает вслед (через 2-4 дня) или одновременно с колошением. Колошение ячменя обычно идет так, что благодаря росту верхнего междоузлия, а оно бывает очень длинным (нередко превышает по длине все вместе взятые нижние междоузлия), колос выдвигается из влагалища верхнего листа и наружу выходит его верхушка. Через 5-6 дней после начала колошения весь колос стоит значительно выше флагового листа.

Интенсивность роста стебля на протяжении фазы колошения неодинакова, но среднесуточные приросты в период роста последнего междоузлия могут составлять 5-6 см в сутки (Ф.М. Пруцков, И.П. Осипов, 1990).

Цветение ячменя в благоприятные и тем более неблагоприятные годы происходит до выколашивания, когда колос находится во влагалище листа. После выколашивания в цветках образуется завязь, по размеру равная половине цветковой пленки, поэтому фаза цветения не всегда является критерием для определения окончательной высоты стеблестоя и правильного выбора способа уборки озимого ячменя.

Наши наблюдения за ростом стеблей озимого ячменя (сорт Ларец) были начаты перед колошением, когда из влагалища верхнего листа появились ости (табл. 14). В 2002 и 2004 году эту фазу отмечали 15 мая, в 2003 значительно позже – 3 июня. Через два дня началось колошение. В этот период наблюдался

Таблица 14 - Высота стеблей озимого ячменя, Ларец

Фазы вегетации	Дней от начала колошения	Дата	Высота, см	Прирост, см
2002 г.				
Перед колошением (появились ости)	0	15.05	67,3	0
Начало колошения	2	17.05	74,2	6,9
Полное колошение	4	19.05	76,6	2,4
Цветение	6	21.05	78,8	2,2
Пяточка	8	23.05	79,3	0,5
Формирование длины зерновки	10	25.05	79,7	0,4
Формирование вершины зерновки	12	27.05	79,8	0,1
Всего:	12	-	-	12,5
2003 г.				
Перед колошением (появились ости)	0	3.06	27,1	0
Начало колошения	2	5.06	30,7	3,6
Полное колошение	5	8.06	33,7	3,0
Цветение	8	11.06	34,6	0,9
Пяточка	11	14.06	35,2	0,6
Формирование длины зерновки	13	16.06	35,7	0,5
Формирование вершины зерновки	15	18.06	36,0	0,3
Всего:	15	-	-	8,9
2004 г.				
Перед колошением (появились ости)	0	15.05	63,9	0
Начало колошения	2	17.05	69,2	5,3
Полное колошение	4	19.05	71,4	2,2
Цветение	5	20.05	73,2	1,8
Пяточка	6	21.05	73,8	0,6
Формирование длины зерновки	7	22.05	74,2	0,4
Формирование вершины зерновки	8	23.05	74,6	0,2
Всего:	8	-	-	10,5

наиболее интенсивный рост стеблей озимого ячменя. Высота их увеличивалась соответственно по годам исследований на 6,9; 3,6 и 5,3 см и равнялась 67,3; 30,7 и 63,9 см.

Измерение высоты растений во время прохождения полного колошения, а в наших опытах она наступила через 2-3 дня после ее начала, т.е. в 2002 и 2004 году 19 мая, а в 2003 году 8 июня показало, что среднесуточный прирост снизился и составил по годам соответственно 2,4; 2,2 и 3,0 см.

Цветение ячменя, как открытое, так и закрытое, началось через 1-3 дня (21.05.02; 11.06.03 и 20.05.04) после полного выколашивания в верхней трети колоса и распространялось равномерно на верхние и нижние колоски соцветия. При цветении цветковые чешуи ячменя не всегда раскрывались, но даже при раскрытом цветке и выходе пыльников наружу, пыльца всегда высыпалась на рыльце пестика раньше, чем пыльники выйдут из цветковых пленок. Это приспособительное свойство имеет большое значение для самоопыления цветков ячменя. Как правило, рост стеблей к этому периоду должен прекратиться или существенно замедлиться. В наших исследованиях рост озимого ячменя продолжался и высота стеблей увеличилась на 2,2 см (2002 г.); 0,9 см (2003 г.) и 1,8 см (2004 г.).

Вскоре после попадания пыльцы на рыльце пестика начинается сложный процесс, который заканчивается оплодотворением. Протекает он быстро (за 8-10 часов). Оплодотворенная яйцеклетка вытягивается благодаря делению клеток и превращается в бугорок (пяточку). С наступлением этой фазы рост стеблей озимого ячменя существенно замедляется (средний прирост за годы исследований не превышал 0,5-0,6 см).

С наступлением фазы студенисто-жидкого состояния зерна зерновка достигает 50-75 % длины, прирост стеблей практически прекращается, причем если в первые дни прирост составлял 0,4-0,5 см, то в последние всего 0,1-0,3 см.

Промерами стеблей в последующие дни установлено, что к началу молочного состояния (она отмечалась через 8-10 дней после студенисто-жидкого состояния зерна) прироста высоты стеблей озимого ячменя не

обнаружено.

Погодные условия в годы исследований повлияли в большей степени на высоту растений, чем на динамику прироста. Наибольшей (79,8 и 74,6 см), средняя высота стеблей озимого ячменя была в 2002 и 2004 годах, а наименьшей в 2003 г. (36,0 см). Это связано прежде всего с тем, что ячмень (сорт Ларец) развивался по яровому типу. Кроме того, сравнительно высокие температуры воздуха во время колошения (в пределах 18-22°С) и незначительное количество осадков (7,4 мм), выпавшие неравномерно и в последние дни колошения, не смогли обеспечить сортовую высоту растений, поэтому средняя высота озимого ячменя двуручки оказалась ниже, чем при выращивании его в других более благоприятных для роста и колошения годах.

Окончательная высота стеблей ячменя при сравнительно благоприятных условиях во время колошения, а они таковыми являлись в 2002 и 2004 годах, установилась на седьмой-восьмой день (фаза пяточки зерновки) от начала колошения и равнялась 79,3 и 73,8 см, что свидетельствует о завершении роста стеблей ячменя в середине фазы формирования зерновки.

Опыты, проведенные с сортами Добрыня 3 и Ростовский 55, подтвердили вышеизложенное (табл. 15):

- максимальный прирост высоты стеблей озимого ячменя отмечен в фазу полного колошения. Высота обоих сортов озимого ячменя увеличилась на 7,9 см или соответственно на 11,4 и 11,5%;

- ко времени перехода ячменя в фазу цветение-образование пяточки зерна, приросты снижаются до 2,9 см (Добрыня 3) и 4,7 см (Ростовский 55) или на 4,1 и 6,4% соответственно;

- с наступлением фазы студенисто жидкого состояния зерна рост стеблей резко замедляется, а затем и прекращается. За время прохождения этой фазы сорт Добрыня 3 увеличил высоту стеблей на 0,7 см (или 1,0%), а Ростовский 55 на 1,0 см (или 1,3%). Причем, если в первые дни прирост достигал 0,7-0,4 см, то в завершающие дни – всего 0,3-0,2 см. Всего за период колошение-формирование зерна высота стеблей озимого ячменя Добрыня 3 увеличилась на 11,5 см (или

15,9%), Ростовский 55 на 16,2 см (или 21%).

Таблица 15 – Динамика высоты стеблей озимого ячменя, среднее
2002-2004 гг.

Фаза вегетации	Дней от колошения	Добрыня 3			Ростовский 55		
		Высота, см	Прирост		Высота, см	Прирост	
			см	%		%	см
Перед колошением (появились ости)	0	60,8	-	-	61,1	-	-
Полное колошение	4-5	68,7	7,9	11,5	69,0	7,9	11,4
Цветение-пяточка	6-8	71,6	2,9	4,1	73,7	4,7	6,4
Формирование зерновки	9-12	72,3	0,7	1,0	74,7	1,0	1,3
Всего:	-	-	11,5	15,9	-	13,6	18,2

По годам исследований отмеченная закономерность сохраняется: во время выколашивания рост стеблей продолжается и на 8-9 день от начала колошения прекращается. Критерием для определения окончательной высоты стеблестоя является фаза студенисто жидкого состояния зерна, а именно период формирования его 50-75% длины.

На равномерность развития и созревания зерна большое влияние оказывает продолжительность периода колошения. Известно, что в пределах одного растения колошение длится 3-4 дня, но при резком отклонении погодных условий от многолетних показателей колошение может растянуться на 8-10 дней. Это нежелательное явление, так как вызывает разновременность созревания зерна, что затрудняет выбор лучшего срока уборки (рис. 7).

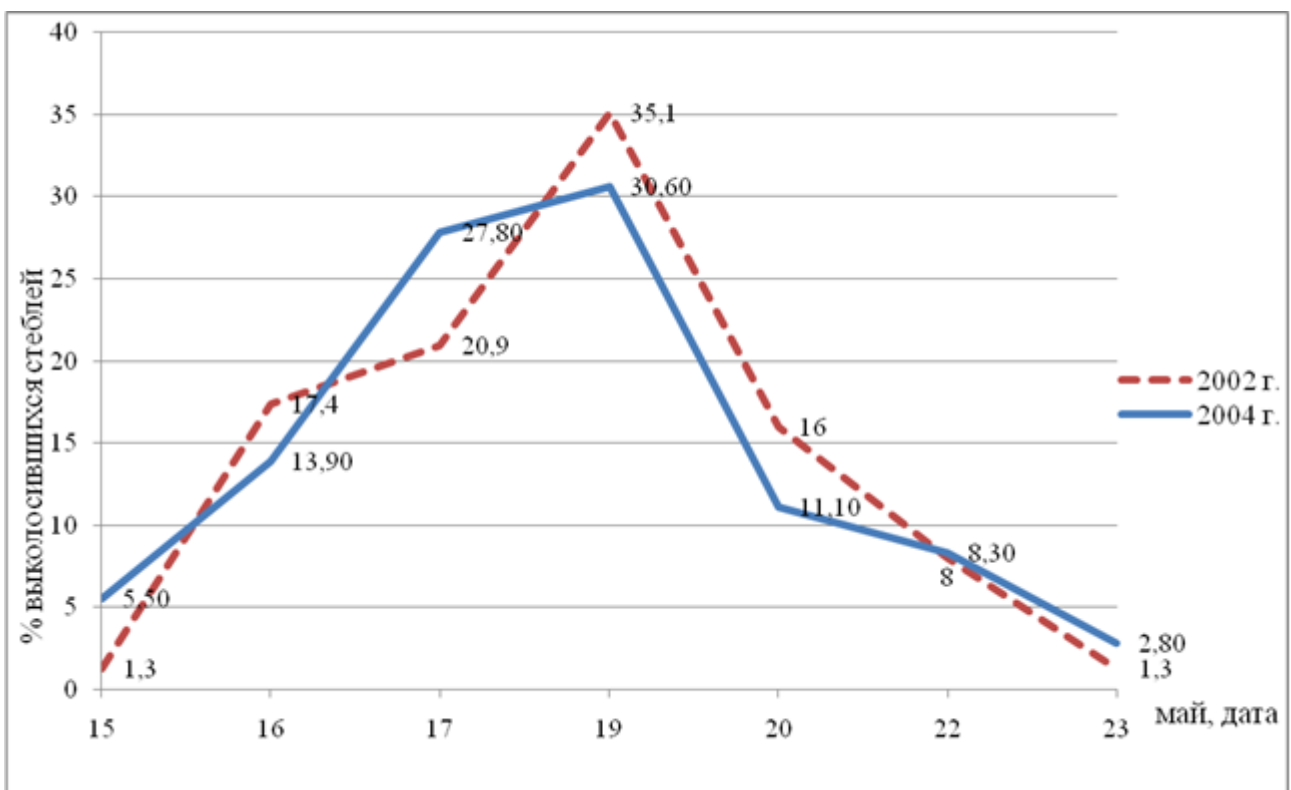
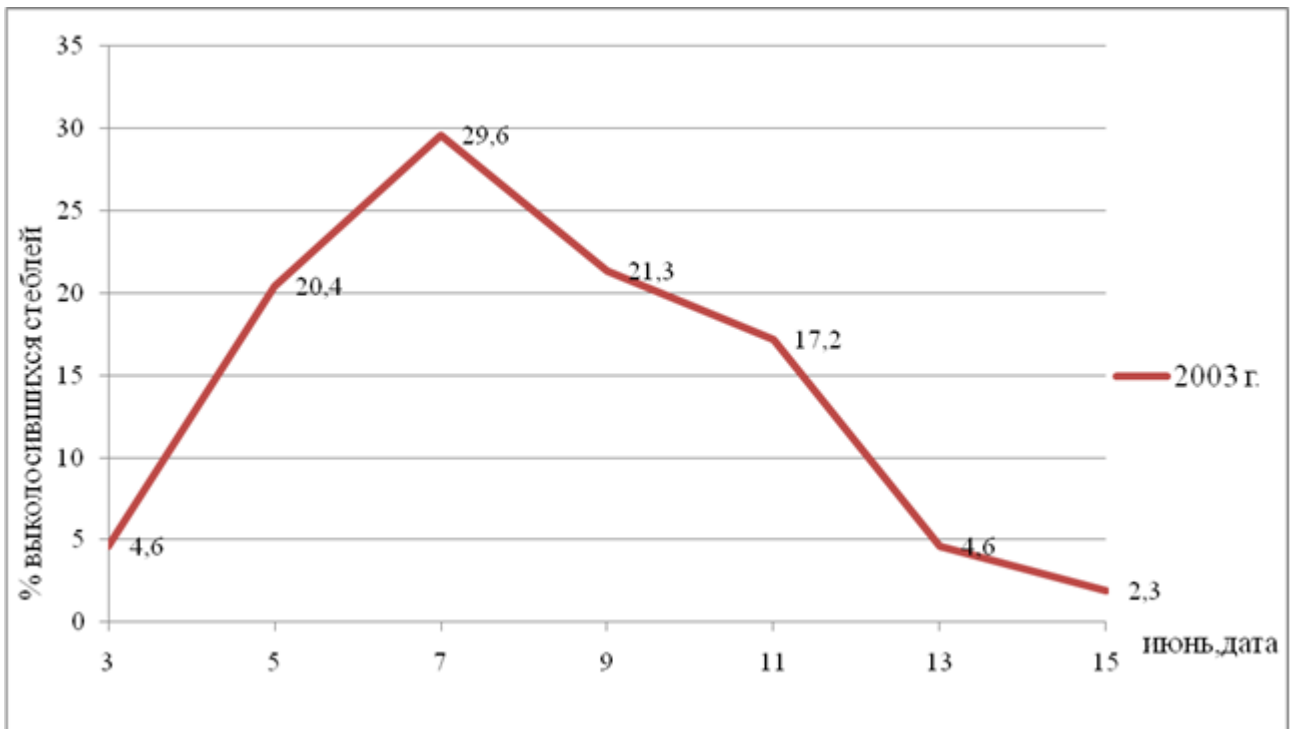


Рисунок 7 - Продолжительность и интенсивность колошения озимого ячменя,
Ларец

В наших исследованиях период колошения озимого ячменя в большей степени определялся типом развития культуры, чем складывающимися

погодными условиями. Как видно на рисунке 7, период колошения изучаемых сортов в 2002 году не превышал 8 дней, хотя погодные условия первого года исследований сложились неблагоприятно: резкие перепады среднесуточных температур (от 9,8 до 19,4°C), низкая влажность воздуха (41-53%) и отсутствие осадков. Однако, такое положение дел не привело к изменению (удлинению или сокращению) общих сроков выколашивания ячменя.

В 2004 году сложились более благоприятные погодные условия для развития ячменя: оптимальные, ровные среднесуточные температуры (12,5 – 15,5°C) и влажность (49,5-79,5%) воздуха, а также равномерно (через день) выпадавшие осадки (10,9 мм) способствовали быстрому и дружному колошению культуры, продолжительность которого также не превышала 8 дней.

В 2003 году колошение ячменя сдвинулось в сторону лета почти на 20 дней (началось 3 июня), а так как Ростовский 55 и Добрыня 3 вымерзли, то поле пересеяли сортом Ларец, который в дальнейшем развивался по яровому типу при сравнительно контрастных температурах (от 10,5 до 22,7°C), низкой влажности воздуха (в пределах 28-57%) и незначительных осадках (5,8 мм), выпавших в последний день колошения. Изменение типа развития культуры в совокупности со сложными погодными условиями, привело к нарушению продолжительности и темпов колошения ячменя, которые продолжались до 15 июня (т.е. общий период увеличился на 4-5 дней и составил 12 дней).

Кроме общей продолжительности колошения сорта озимого ячменя различаются интенсивностью колошения. Максимум колосющихся стеблей у сортов Ларец и Добрыня 3 зарегистрировано на 2-5 день, а у Ростовского 55 – на 4-6 день от начала колошения.

Наиболее дружно проходит колошение в течение 4-5 дней, начиная со второго дня колошения. В указанный срок в 2002 году выколосилось 73,4% стеблей сорта Ларец; 77,7% Добрыня 3 и 72,6% Ростовский 55; в 2004 году соответственно 72,3; 75,1 и 75,2%.

При яровом типе развития озимого ячменя (2003 г.) максимум

колосящихся стеблей приходится на 3-7 день колошения. За указанный срок выколосилось 71,3% стеблей сорта Ларец.

Как видно, из трех сортов наиболее интенсивно колосятся Ларец и Добрыня 3 и несколько растянутый период колошения имеет Ростовский 55.

Следует отметить, что интенсивность и период колошения озимого ячменя зависит не только от сортовых особенностей, погодных условий (с ухудшением последних период удлиняется), но и от типа развития культуры: переход озимого ячменя на яровую форму развития удлиняет период и темп колошения культуры. Поэтому озимый ячмень имеет растянутый период колошения, который в нашей зоне зависит от сортовых особенностей, погодных условий и продолжительность его составляет 8-13 дней.

4.2 Фазы роста и развития озимого ячменя

После цветения и оплодотворения в зерне протекают сложнейшие биохимические процессы, определяющие в конечном итоге величину и качество урожая:

- формирование, связанное с делением, ростом и дифференциацией клеток, в ходе которого возникают все части зерновки (зародыш с зачаточными органами будущего растения, эндосперм, семенные и плодовые оболочки);

- накопление сухих веществ, увеличение массы зерна. Источником этих веществ служат как фотосинтез растения и его корневая деятельность непосредственно в период налива, так и запасные вещества стебля и листьев, освобождающиеся при старении и отмирании растения;

- качественные превращения высокомолекулярных веществ в созревающем зерне, меняющие его химический состав и потребительскую ценность.

Постоянный интерес к исследованию этого периода вызван тем, что теоретической основой для определения оптимальных сроков уборки является биологический процесс образования и созревания зерна и, следовательно, сроки

уборки тесно связаны с главными вопросами этого процесса – поступлением пластических веществ и воды в зерно, а значит и фазой роста, развития и спелости зерна.

Начало научного подхода к изучению зернообразования у зерновых хлебов было положено во второй половине 19 века работами А. Новацкого (1989) в Германии при определении фаз спелости зерна пшеницы. Установленные более 120 лет назад фазы спелости (молочная, желтая, полная и перезрелость) не всегда полно и научно отражали ход развития зерна и поэтому требовали корректировки.

Работы Г.М. Медведева (1937) и Н.Н. Кулешова (1960) внесли определённую ясность по вопросу зернообразования у хлебов. Весь процесс зернообразования исследователи разделили на три этапа: формирование, налив и созревание. В свою очередь этапы включают фазы развития зерна: студенисто-жидкое, тестообразное состояние, восковая и полная спелость. В каждой фазе, начиная с восковой спелости, выделяют начало, середину и конец.

Этапы, фазы и периоды зернообразования характеризуются определённым строением зерна, биохимическими превращениями и уровнем его влажности. Как показали наши исследования (табл. 16) период формирования зерна, который включает в себя фазу пяточки и студенисто-жидкое состояние, длится 9-12 дней.

Таблица 16 - Фазы роста и развития зерна озимого ячменя

Сорт	Пяточка	Студенисто-жидкое состояние	Молочное состояние	Тестообразное состояние	Восковая спелость	Полная (твердая) спелость
2002 г.						
Ларец	22.05	1.06	12.06	16.06	24.06	29.06
Добрыня 3	21.05	31.05	10.06	14.06	22.06	29.06
Ростовский 55	21.05	31.05	10.06	14.06	22.06	29.06
2003 г.						
Ларец	12.06	21.06	2.07	4.07	14.07	16.07
2004 г.						
Ларец	21.05	30.05	9.06	13.06	22.06	28.06
Добрыня 3	20.05	31.05	10.06	14.06	23.06	28.06
Ростовский 55	20.05	31.05	10.06	14.06	23.06	28.06

В этот период создаетсяместилище для поступления пластических веществ. Быстро растут в длину семенная и плодовая оболочки, формируется зародыш зерновки. Благодаря делению клеток, сначала закладывается coleoptиль, затем первый листок, точка роста и щиток. Последними формируются первичные корешки. Ко времени окончания фазы студенисто – жидкого состояния все части зародыша имеют нормально развитое строение, и он бывает способен к прорастанию.

На скорость развития зародыша большое влияние оказывает температура. При среднесуточной температуре воздуха 19-20°C дифференциация зародыша отмечается уже на 5-й день, 14-15°C – на 12-й день после оплодотворения. При более низких температурах развитие зародыша сильно затягивается и формообразовательные процессы в зерновке не завершаются вплоть до уборки.

Одновременно с развитием зародыша растет эндосперм. Длина эндосперма, а тем самым и длина всей зерновки на 8-12 день после цветения уже достигает своей максимальной величины. Во время интенсивного линейного роста эндосперма в нём накапливаются преимущественно водорастворимые вещества: сахара, низкомолекулярные полисахариды, аминокислоты. К концу фазы в зерне содержится 25-30% сухого вещества от максимального количества в зрелом зерне.

С увеличением содержания сухих веществ в зерновке уменьшается относительное содержание воды. Если в начале фазы формирования на её долю приходилось около 80%, то к концу 65-70%.

Погодные условия на ранних стадиях развития зерновки могут влиять на её величину. Высокие среднесуточные температуры (свыше 25°C) и отсутствие осадков в первые 10 дней после цветения (2003 г.) сдерживали рост и растяжение клеток как в эндосперме, так и в зародыше. Поэтому к моменту окончания фазы формирования они не достигали оптимальной величины, что привело к образованию более мелкого зерна.

Формирующееся зерно меняет и внешний вид (рис. 8): если в начале фазы благодаря наличию нераспавшихся хлорофилловых зерен, оно имеет темно-

зелёный цвет, то к окончанию приобретает светло-зелёную окраску с молочным оттенком на спинке, при этом консистенция зерна изменяется от мутноватой жидкости (в начале) до студенисто-водянистой (в конце).



начало этапа



середина этапа



конец этапа

Рисунок 8 - Первый этап зернообразования озимого ячменя – формирование

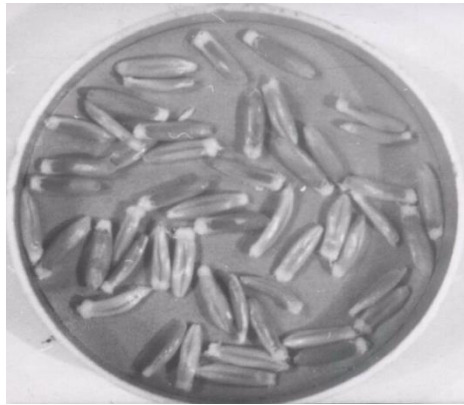
Период налива продолжается около 13-16 дней и соответствуют ему 2 фазы: молочное и тестообразное состояние зерна.

Молочное состояние длится 9-11 дней, а тестообразное 3-4 дня, хотя жаркая и сухая погода несколько сокращает, а умеренная и дождливая увеличивает его продолжительность. У ячменя на этом этапе завершаются морфологические изменения зародыша: увеличиваются его размеры, закладывается ещё 1-2 зародышевых листа, вторая пара зародышевых корней, завершается формирование щитка (рис. 9).

Клетки эндосперма усиленно заполняются нерастворимыми питательными веществами и продолжают расти в ширину и толщину, достигая максимального объема при влажности около 50%, после чего размеры зерновки уже не увеличиваются, а в жаркую сухую погоду могут даже несколько уменьшаться.

В середине фазы молочного состояния содержимое зерновки легко отделяется от пленки и имеет белую, слегка растягивающуюся массу. К концу фазы пленка отделяется труднее. Зерно окрашено неравномерно: от светло-зелёного цвета до жёлтого на спинке и темно-зелёного в бороздке. Влажность зерна снижается от 68-64% в начале фазы до 51% к концу.

Тестообразное состояние зерна является переходной фазой от молочного состояния к восковой спелости. Зерно в этой фазе остается ещё довольно крупным, но приток пластических веществ значительно сокращается, а влажность снижается до 42%. Содержимое зерна представлено тестообразной (творожистой) массой, при нажиме выдавливается и легко скатывается в шарик (как тесто), а при растягивании образует нити или тяжи. На изломе вода не выделяется, эндосперма в центре мучнисто-телесной окраски. Зерновка блестящая, зелёный цвет сохраняется по бороздке и в зоне зародыша, спинка соломенно-жёлтая.



начало этапа



середина этапа



конец этапа

Рисунок 9 - Второй этап зернообразования озимого ячменя – налив

Период созревания зерна включает фазы восковой и полной спелости. Восковая спелость ячменя продолжается 8-11 дней и имеет наибольшее производственное значение, т. к. с ней связаны сроки отдельной уборки. Характерной особенностью фазы является то, что прирост сухого вещества

зерна постепенно сокращается до минимума и в конце её полностью прекращается.

Полное прекращение накопления сухих веществ наступает по-разному, в зависимости от складывающихся условий:

- при высоких температурах и низкой относительной влажности воздуха в начале восковой спелости;

- при влажной погоде в конце налива прирост сухого вещества отмечается практически до полной спелости, т.е. до тех пор, пока зерновка сохраняет связь с материнским растением.

Для правильного определения оптимальных сроков уборки отдельным способом следует различать начало, середину и конец восковой спелости. В начале восковой спелости зерновка крупная, поверхность её блестящая, полностью лишена зелёной окраски. При нажиме содержимое не выдавливается, мнется как воск, но к пальцам не пристает, легко режется ногтем и на изломе гнется. Цветочные пленки плотно срастаются с зерновкой. Эндосперм мучнистый с сероватым оттенком.

В середине восковой спелости, благодаря обезвоживанию, размеры зерновки в сравнении с началом фазы несколько уменьшены. Поступление пластических веществ резко падает, но при нормальных погодных условиях сухая масса зерна может увеличиться на 8-12%. Эндосперм белый, мучнистый, между пальцами в шарик скатывается, но режется ногтем.

В конце восковой спелости зерновка (ногтем не режется, но остается слабая вмятина), трудно разламывается, на изломе мучнистая. Размер, форма и окраска зерновки характерные для сорта. Содержание влаги не превышает 21-23%, а содержание сухого вещества достигает максимальной величины.

Полная (твердая) спелость обычно наступает на 31-35 день после выколашивания, а во влажные годы на 3-4 дня позже. Зерновка твердая, трудно ломается, на изломе в середине мучнистая, а к периферии стекловидная. По мере снижения влажности до 20% и ниже плодоножка отмирает и зерновка теряет связь с материнским растением. В дальнейшем влага теряется без

заметного изменения массы сухого вещества. При перестое или длительной отлежке в валках зерно может высыхать до 8-7% и ниже. Пересушенное зерно при обмолоте сильно дробится.

В конце полной спелости стебли ломкие, колос легко обламывается, зерно в нем держится слабо. Запаздывание с уборкой приводит к большим потерям (табл. 17).

Таблица 17 – Этапы образования, фазы развития и периоды созревания зерна озимого ячменя

Этап образования	Фаза роста и развития	Период созревания	Влажность зерна, %
Формирование	Студенисто-жидкое		80-70
Налив	Молочное состояние		69-51
	Тестообразное состояние		50-40
Созревание	Восковая спелость	начало	40-36
		середина	35-31
		конец	30-20
	Полная спелость		менее 19

Полная (твердая) спелость обычно наступает на 31-35 день после выколашивания, а во влажные годы на 3-4 дня позже. Зерновка твердая, трудно ломается, на изломе в середине мучнистая, а к периферии стекловидная. По мере снижения влажности до 20 % и ниже плодоножка отмирает и зерновка теряет связь с материнским растением. В дальнейшем влага теряется без заметного изменения массы сухого вещества. При перестое или длительной отлежке в валках зерно может высыхать до 8-7% и ниже. Пересушенное зерно при обмолоте сильно дробится.

В конце полной спелости стебли ломкие, колос легко обламывается, зерно в нем держится слабо. Запаздывание с уборкой приводит к большим потерям.

Таким образом, в основу процесса образования, налива и созревания зерна положены два его показателя: влажность и консистенция, которые

объективно отражают как морфологические, так и биохимические изменения. Установленный уровень содержания влаги в зерне различной спелости – постоянный в любых регионах и при любых условиях, поэтому влажность является надежным и устойчивым показателем фазы роста, развития и спелости зерна.

4.3 Накопление сухого вещества и изменение влажности зерна в процессе зернообразования

При рассмотрении процесса зернообразования немаловажная роль отводится показателям, характеризующим ход изменения сухого вещества и влажности зерна – массе 1000 сырых и сухих зерен. Результаты этих исследований приведены на рисунках 10-14.

В процессе зернообразования сухое вещество и вода образуют единую систему, единый биохимический блок, значительное место в котором отводится воде. Она является тем мощным импульсом, который приводит в движение все сложные биохимические процессы: биосинтез и передвижение, превращение и отложение пластических веществ в запас. Любое проявление жизнедеятельности зерна – это определенный комплекс биохимических превращений, почти всегда связанный с использованием воды (Н.А. Аскоченская, 1982).

Наблюдения за развивающимся зерном озимого ячменя сорта Ларец показали, что влажность зерна, начиная с фазы образования пяточки и до полной спелости снижается. Так, у 5-дневных семян ячменя влажность в 2002 г. составляла -80,5%, в 2003 г. - 75,24%, в 2004 г. – 80,31%, а у 37-41 – дневных соответственно 17,18; 18,77 и 15,17%. Снижение содержания воды в зерне происходит как за счет физических процессов (резкого уменьшения абсолютного содержания воды), так и по причинам биологического характера – за счет увеличения темпов поступления в зерно одних веществ и снижения других.

В среднем за годы проведения опытов выявлены общие периоды в развитии озимого ячменя в наших климатических условиях:

1. От пяточки до молочного состояния – период быстрого роста зерновки, оформление эндосперма, плодовых и семенных оболочек. Длина эндосперма, а тем самым и длина всей зерновки на 10-12 день после цветения уже достигает своей максимальной величины. Этот период соответствует I этапу зернообразования хлебов – формированию, который характеризуется не только интенсивным ростом зерновки в длину, но и существенным увеличением ее массы. Так, масса 1000 шестидневных зерен была в пределах 9,37 г (с колебаниями по годам от 8,32 до 9,90 г), а масса 9-11 дневных зерен выросла до 36,58 г. (с колебаниями по годам от 30,47 до 40,46 г), т.е. за 5-6 дней вегетации масса 1000 зерен озимого ячменя увеличилась в 4,3 раза (рис. 10-12).

Часть этих веществ используются в процессе дыхания, давая химическую энергию и промежуточные метаболиты, которые служат для синтеза целлюлозы, липидов, белков, витаминов, регуляторов обмена веществ, аминокислот и т.п. Другая же часть служит для образования быстро растущих (конституционных), а позже и запасных соединений.

Высокий метаболизм биохимических процессов развивающейся зерновки определяет и высокую влажность зерна, поэтому на первых порах содержание воды поддерживается на уровне 75-80%. К концу этапа начинается интенсивное накопление крахмала, что сопровождается изменением консистенции зерновки от мутноводянистой до жидкомолочной, при этом влажность ее снижается до 63-65%.

2. От молочного состояния до конца тестообразного – период интенсивного накопления нерастворимых запасных питательных веществ в эндосперме. Соответствует он следующему этапу зернообразования – наливу, во время которого увеличивается размеры и структура зародыша (закладываются еще 1-2 зародышевых листа и вторая пара зародышевых корней).

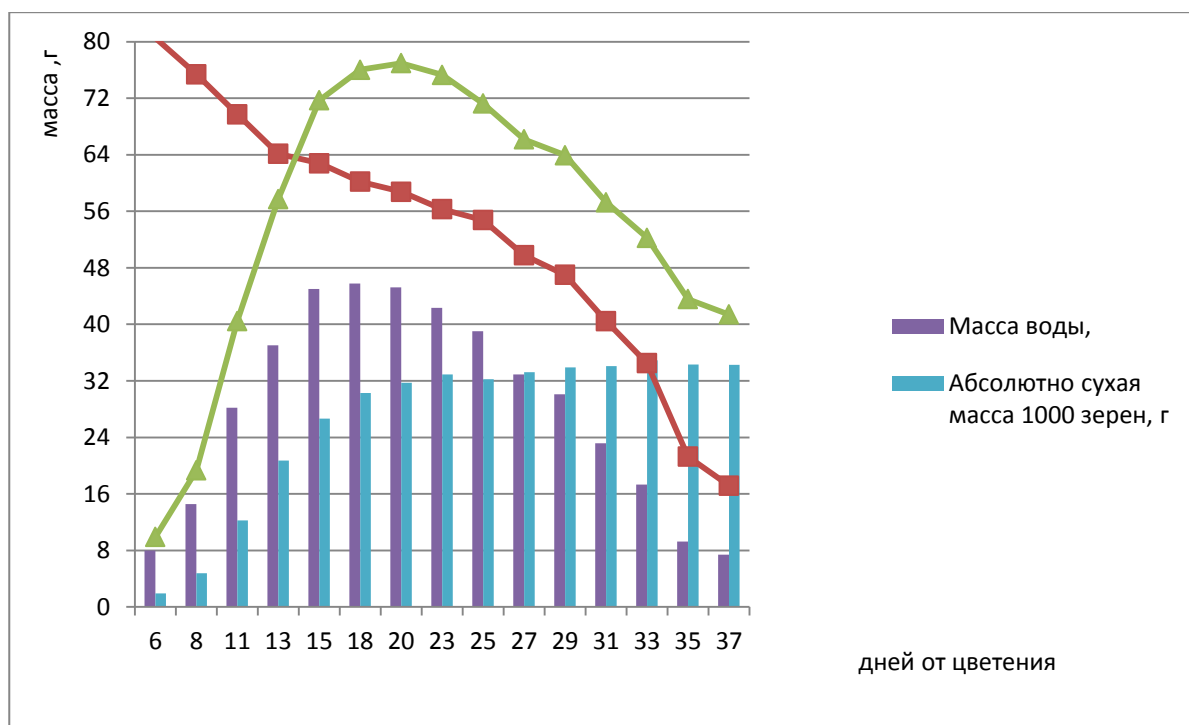


Рисунок 10 – Содержание воды и сухих веществ в зерне озимого ячменя, Ларец, 2002 г.

Толщина и ширина эндосперма достигает определенного объема, а масса 1000 сырых зерен максимальной величины – 73,74 г (соответственно по годам 76,96; 69,82 и 76,55 г). Во время налива содержание воды в зерновке снижается: если в начале молочного состояния влажность зерна составляла 63-67%, то в конце этой фазы 52-54%, а в тестообразном состоянии 42-50%. Обезвоживание зерна происходит в результате развития его органов. Растущие зародыш, coleoptile, и щиток вытесняют временные питательные ткани, уменьшают их гидрофильность. Пока зерно имеет жидкую и полужидкую консистенцию сохраняются его осмотические свойства. В связи с этим вплоть до конца молочного состояния зерновка впитывает воду осмотическим путем, т.е. до достижения тургора, в котором они постоянно находятся. При выпадении осадков или в прохладную влажную погоду темп снижения влажности может несколько уменьшаться, но повышения влажности не наблюдается.

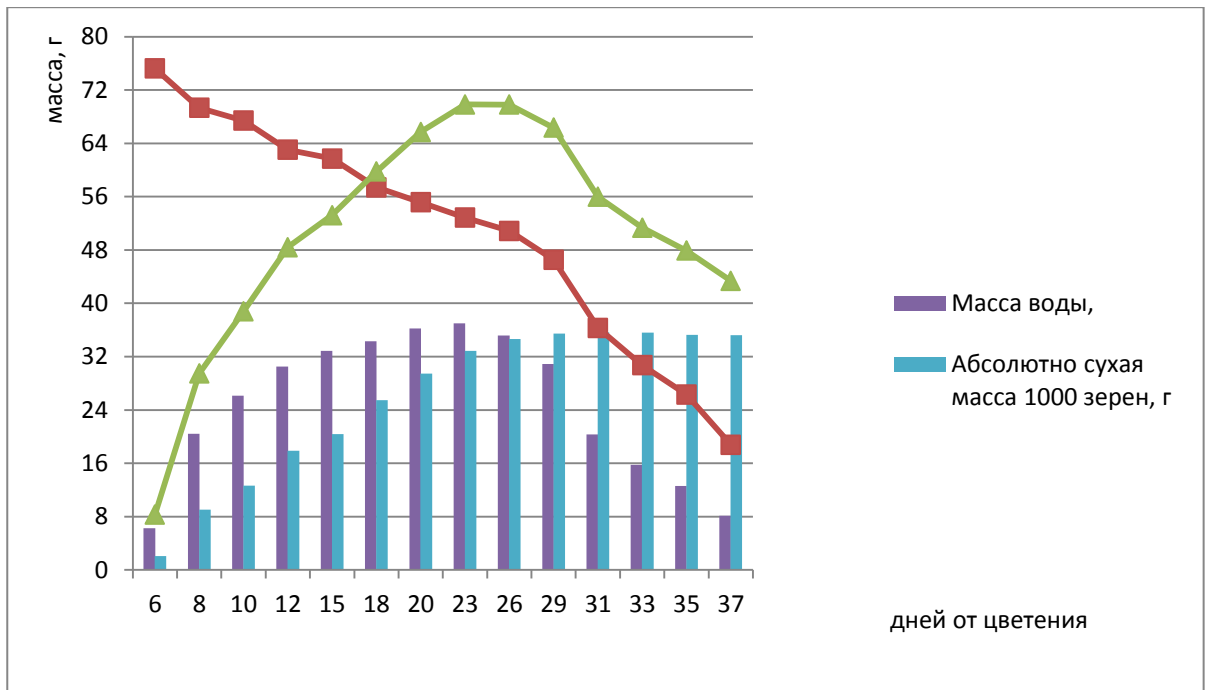


Рисунок 11 - Содержание воды и сухих веществ в зерне озимого ячменя, Ларец, 2003 г.

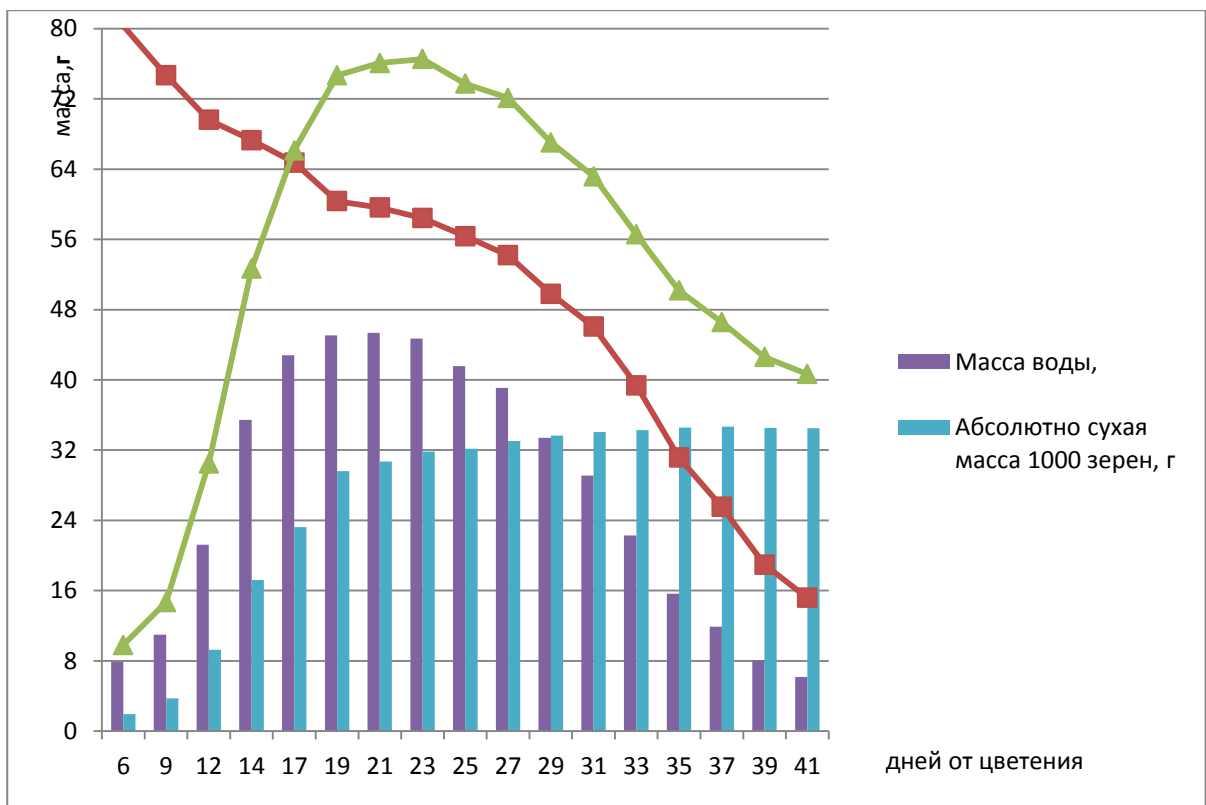


Рисунок 12 - Содержание воды и сухих веществ в зерне озимого ячменя, Ларец, 2004 г.

Налив зерна сопровождается высоким уровнем синтезирования. При синтезе простые органические вещества превращаются в более сложные физиологически неподвижные запасные вещества с коллоидными свойствами, которые заполняют клетки эндосперма, зародыша, алейронового слоя.

Все эти полимеры биологического происхождения (белки, жиры, углеводы) образуются с выделением свободной воды, которая затем или теряется в результате транспирации, или участвует в других реакциях как химический реагент. Наиболее резкое увеличение массы сухого вещества в зерне отмечено в период между 11 и 28 днями после окончания цветения: за 17 дней вегетации масса 1000 сухих зерен возросла в среднем за годы исследований на 23 г или в 3 раза (с колебаниями по годам от 21,0-22,8 до 24,4 г или 2,7-2,8 - 3,6 раза). Очевидно, что запасные ткани зерновки заполняются высокомолекулярными пластическими веществами, в частности, накопление белка приводит к вытеснению воды из вакуолей и образованию алейроновых или белковых вакуолей. Крахмал, формируясь в пластидах, затем оказывается свободолежащим в цитоплазме, которая по мере его накопления обезвоживается.

Следует отметить, что во время налива абсолютное содержание воды в зерне наибольшее и поддерживается на относительно постоянном уровне (42-45 г в 2002 г.; 34-37 г в 2003 г.; 41-45 г в 2004 г.) в течение 10-12 дней. Это физиологический процесс, который в значительной степени определяется погодными условиями: жаркая, сухая погода сокращает продолжительность налива зерна, что приводит к снижению массы 1000 зерен. Изменение количества воды и сухих веществ на разных этапах налива, выраженная в абсолютных величинах, позволило сопоставить темпы поступления этих компонентов в зерновку.

Соотношение воды и сухих веществ в начале налива (молочное состояние) определяется выражением 6:4 (рис. 13), а к тестообразному, когда жидкое содержание клеток заменяется твердыми отложениями в виде крахмальных зерен и белковых веществ, оно выравнивается и определяется пропорцией 5:5.

Итак, во время налива зерна, когда темпы поступления сухих веществ определяют темпы поступления воды в зерно, а синтез органических веществ является ведущим процессом зернообразования, причиной снижения влажности являются физиологические процессы, протекающие в зерне.

3. От начала восковой до полной спелости – период интенсивной потери воды зерном и прекращение накопления сухих веществ. Это завершающий этап зернообразования озимого ячменя – созревание, во время которого резко возрастает обезвоживание и зерновка несколько уменьшается в объеме. Так, в 2002 году за 6 дней созревания масса 1000 сырых зерен уменьшилась в 1,4 раза (на 15,9 г), а содержание воды упало с 23,2 до 7,4 г, т.е. на 15,8 г (или в 3,3 раза).

В 2003 и 2004 гг. период созревания длился 7 и 8 дней, в течение которого масса 1000 сырых зерен снизилась на 17,8 и 15,9 г соответственно, а содержание свободной воды на 17,5 и 16,1 (или в 3,1 и 3,6 раза).

Быстрое падение влажности, а значит и снижение воды в зерне определяется не приростами сухого вещества (слишком малыми в этот период), а ослаблением интенсивности биохимического обмена веществ и преобладанием физических процессов высыхания над физиологическими, однако не стоит сбрасывать со счетов последние. Установлено, что при созревании происходит растворение внутренних клеток мезокарпия (средний слой оболочки) и отложение в клетках эндосперма запасных питательных веществ, главным образом крахмала и белка.

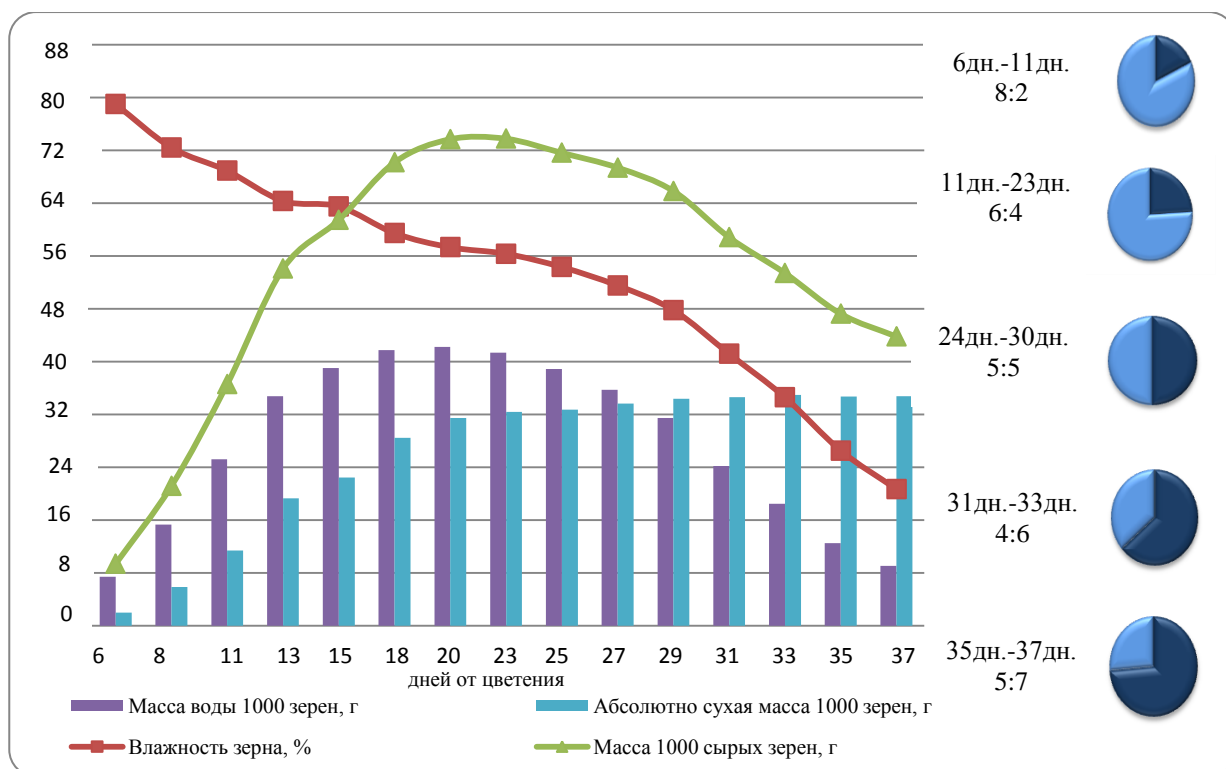


Рисунок 13 – Содержание воды (●) и сухих веществ (●) в зерне озимого ячменя, Ларец, 2002-2004 гг.

Снижение влажности продолжается до фазы полной спелости и после того, как зерно утрачивает связь с материнским растением, становится самостоятельным организмом, его влажность определяется метеорологическими условиями. Даже однодневные дожди, в зависимости от количества выпавших осадков, увеличили влажность зерна на 1,1-2,2% (табл. 18).

Двухдневный довольно интенсивный дождь в 2004 году повысил влажность зерна в первый день с 10,8% до 17,5%, а на второй день влажность поднялась уже до 19,2%. Эти данные согласуются с утверждением И.В. Свисюка (1984) с тем, что двух- и трехдневные дожди вызывают повышение влажности зерна до 23-25%, а шестидневный до 40-45%. При такой влажности зерно часто наклеивается и прорастает.

Таблица 18 - Влажность созревающего зерна озимого ячменя Ларец при различных погодных условиях (2003-2004 гг.)

Дата	Перестой на корню, дн.	Температура воздуха, °С	Влажность воздуха, %	Осадки, мм		Изменение влажности зерна, %	
				сумма	дней	от	до
23.07.03	4	20,1	55	2,7	1	10,6	12,8
27.07.03	7	20,3	57	1,5	1	12,1	13,2
1.07.04	5	18,8	72,3	15,4	1	10,8	17,5
2.07.04	6	18,0	76,8	9,2	1	15,6	19,2

Рассматривая процесс зернообразования двух других сортов озимого ячменя (Ростовский 55 и Добрыня 3) можно заметить, что в ходе поступления воды и сухих веществ в зерновку также выделяется 3 периода:

1. От образования пяточки до молочного состояния – период быстрого нарастания воды и наибольшего прироста сухих веществ.

2. От начала молочного состояния до начала восковой спелости – период почти постоянного количества воды, но интенсивного накопления сухих веществ.

3. От начала восковой до полной спелости – период интенсивной потери воды зерном и минимального поступления сухих веществ, наиболее интенсивно сухое вещество поступает между 15 и 24 днями цветения (влажность зерна 65-56%). Максимальное значение массы 1000 сырых зерен соответствует тестообразному состоянию зерна (влажность зерна 50-40%).

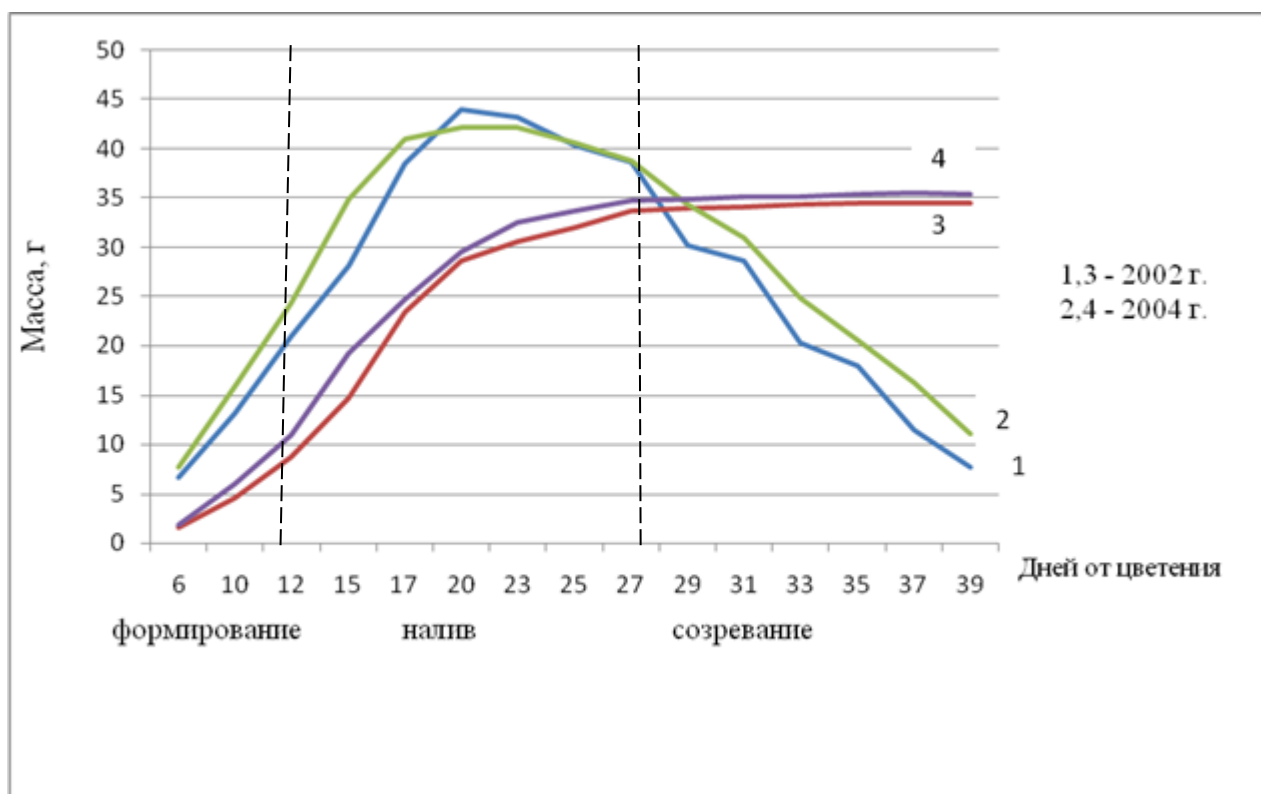


Рисунок 14 – Количество воды (1,2) и сухих веществ (3,4) в 1000 зернах озимого ячменя, Ростовский 55

Таким образом, процесс зернообразования озимого ячменя делится на этапы, фазы и периоды созревания, которые характеризуются определенным строением, биохимическими превращениями, уровнем питательных веществ и влажности зерна.

4.4 Особенности зернообразования озимого ячменя

Ход накопления сухих веществ в зерновках может быть различным, точно так же, как и сроки окончания прироста, считая от фазы цветения. Точное знание момента прироста сухой массы необходимо для определения сроков уборки, особенно раздельным способом.

Исследованиями многих учёных доказано, что после перехода зерна к восковой спелости и снижения в нём влаги до 40% заканчивается процесс накопления пластических веществ в результате коагуляции белковых

коллоидов, независимо от того, остается растение на корню или находится в скошенном состоянии. Физиологическая роль воды снижается, поэтому в фазе начало восковой спелости налив зерна прекращается, и в дальнейшем идет процесс высыхания всех органов растения, темпы которого зависят от погодных условий (Н.Н. Кулешов, 1960).

В дальнейшем появились работы, в которых лучшим сроком скашивания зерновых культур при отдельной уборке следует считать период от середины до полной спелости зерна и даже при влажности 20-22%. На примере семян ряда культур доказано, что семядоли, эндосперм и зародышевая ось не высыхают до тех пор, пока их морфологическое развитие не достигнет стадии, обеспечивающей полноценную жизнеспособность зародыша. Высыхание рассматривается как эволюционно запрограммированный процесс, регулируемый не только физико-химическими и почвенно-климатическими факторами, но и закономерностями биологического характера, поэтому семена в отличие от большинства тканей способны нормально функционировать, вплоть до 30-20% влажности (Р.Б. Остин, 1978).

Расхождения в определении лучшего срока для скашивания озимого ячменя на свал связаны прежде всего с особенностями в зернообразовании культуры. Первым существенным отличительным признаком является накопление сухого вещества во второй половине восковой спелости при влажности зерна 20-30%. Ещё Г.М. Медведев в (1937) отмечал, что накопление сухой массы зерна ячменя в основном заканчивается, как и у пшеницы, к тому времени, когда влажность снижается до 35-40%, но пластические вещества продолжают поступать и после восковой спелости.

В наших исследованиях увеличение сухой массы зерна озимого ячменя Ларец продолжалось до середины-конца восковой спелости, в зависимости от сложившихся погодных условий года. Во время жаркой сухой погоды 2002 года со среднесуточными температурами воздуха +24-25⁰С и относительной влажностью воздуха в пределах 20-58% (табл. 19), прирост сухой массы зерна прекратился при достижении зерном влажности 31-34%.

Таблица 19 – Динамика массы 1000 зерен сорта Ларец в период созревания (2002 г.)

Фазы созревания зерна	Дней от цветения	Влажность зерна, %	Абсолютно сухая масса 1000 зёрен, г	Температура воздуха, °С	Осадки, мм	Относительная влажность воздуха, %
2002г.						
Восковая спелость: начало	32	37,48	34,26	24,4	-	41
середина	33	34,51	34,32	25,3	-	58
конец	35	21,23	34,30	22,7	-	20
Полная спелость	37	17,18	34,28	24,0	-	35
Перестой на корню: 5 дней	42	9,6	34,20	26,4	-	40
10 дней	47	8,2	34,06	32,3	-	22
15 дней	52	11,4	33,20	27,6	0,5	65
20 дней	57	12,8	32,62	25,2	0,5	52

В дальнейшем до конца восковой и во время полной спелости (при влажности зерна 17-30%) сухая масса оставалась на постоянном уровне (34,30 - 34,28 г), таким образом наступил нулевой баланс двух взаимно противоположных процессов - притока пластических веществ в зерновку и расхода их на развитие зародыша и дыхания зерна.

Возможность перемещения пластических веществ при сравнительно низкой влажности объясняется неравномерностью обезвоживания отдельных частей зерновки. Как предполагает З.Б. Борисоник (1974) отложение пластических веществ в эндосперме, а затем и их обезвоживание при созревании происходит не одновременно во всей массе зерновки, а постепенно. Наиболее молодые его клетки расположены вблизи зародыша в вентральной (брюшной) части зерновки. Эндосперм в этой части зерновки содержит больше влаги (на 1,84 - 6,37%), дольше сохраняет зелёную окраску, поэтому при определённых метеорологических условиях поступление сухих веществ может продолжаться до прекращения физиологической связи зерновки с

материальным растением.

Неравномерность обезвоживания эндосперма у ячменя в период созревания более выражена, чем у других культур и связано это с особенностями строения зерновки. Ещё Н.Н. Harlan (1920) и Г.И. Медведев (1937) обратили внимание на то, что зерновка ячменя заключена в плёнки, которые прирастают к плодовой оболочке (перикарпию) и предохраняют её от резкого воздействия внешних условий. Зерно не так быстро увлажняется и набухает во время кратковременных дождей и не так быстро отдает влагу при жаркой и сухой погоде.

Строение цветковых чешуй (плёнок) сходно с листьями. Они имеют устьица и проводящие пучки в нервах, которые через сложную сеть жилок объединяют все органы растения в одно целое, обеспечивая единый обменный процесс. Кроме того, наружная цветочная чешуя в верхней части переходит в ость, которая в процессе налива, дополнительно к листьям, является органом выделения и фотосинтеза, участвуя в обмене веществ колоса даже при сильном высыхании листьев. Внешний слой наружной цветковой чешуи (эпидерма) состоит из нескольких рядов сильно утолщённых волокон. Стенки эпидермы пропитаны кремнеземом и выполняют защитную функцию при высыхании зерна. Этим, очевидно, и объясняется тот факт, что в годы с более низкой температурой в период налива и созревания, когда вегетативные органы развиты и долго сохраняют высокую влажность, прирост сухого вещества в зерне заканчивается в более поздние сроки.

В регуляции процессов приток-расход при сравнительно низкой влажности зерна (ниже 30%) определённая роль принадлежит алейроновому слою ячменя, который состоит не из одного периферического слоя клеток эндосперма, а из двух-трёх и более. Заполнение клеток алейронового слоя белками, жировыми отложениями и другими питательными веществами не вызывает деформации и отмирания клеточных ядер, поэтому в период созревания клетки алейронового слоя не подвергается дегенерации, у них не изменяется клеточная структура, они остаются живыми и проявляют

физиологическую активность при любой влажности зерна.

Наличие большого числа клеток алейронового слоя с физиологически активными ядрами, расположенными в непосредственной близости от семенной оболочки, внутренний слой которой содержит слизистое вещество способное набухать и удерживать воду, позволяет сделать предположение, что в этой части зерновки возможно передвижение пластических веществ по клеточным структурам и отложение их в запас.

После полного физиологического отчленения зерновки от материнского растения и снижения влажности ниже 17% (полная спелость) мы наблюдаем снижение сухой массы зерна, причём, в первые дни полной спелости потери сухой массы минимальны (0,04-0,12 г), но с увеличением дней перестоя они возрастают до 1,70 г (на 4,95%).

В 2003 году сложились более благоприятные погодные условия в завершающей фазе созревания зерна (табл. 20).

Таблица 20 – Динамика массы 1000 зерен в период созревания,
Ларец, 2003 г.

Фазы созревания	Дней от цветения	Влажность зерна, %	Абсолютно-сухая масса 1000 зёрен, г	Температура воздуха, °С	Осадки, мм	Относительная влажность воздуха, %
Восковая спелость: начало	31	36,32	35,34	20,6	9,7	50
середина	33	30,71	35,38	23,9	0	46
конец	35	26,33	35,28	21,0	2,9	66
полная спелость	37	17,77	35,22	20,8	20,7	44
перестой на корню: 5 дней	42	10,6	34,08	19,4	2,7	65
10 дней	47	9,8	33,78	22,9	0,9	43
15 дней	52	8,2	32,66	26,4	0	41
20 дней	57	9,6	31,22	23,2	3,3	52

Среднесуточные температуры и относительная влажность воздуха были близки к среднеголетним значениям (+20,6°С - +23,9 °С и 44-66%). В

начале восковой спелости выпало 9,7 мм осадков, что позволило к середине восковой спелости выйти на максимальный показатель абсолютно-сухой массы зерна (35,38 г). В дальнейшем наступил период постоянной массы зерна (35,28 - 35,22 г) и только влажность зерна снизилась ниже 17% (полная спелость), наблюдается сначала небольшая убыль сухой массы зерна (на 1,14 г или 3,2%), а затем с увеличением дней перестоя убыль возрастает до 2,56 - 4,00 г в 1000 зёрнах (или до 7,3-11,4%).

В 2004 г. приток пластических веществ в зерно озимого ячменя прекратился в конце восковой спелости (влажность зерна 25,53%). Очевидно, выпадавшие небольшие осадки (в пределах 0,8-4,3мм), а также высокая влажность воздуха в период созревания зерна (57-85%) позволили ячменю сохранить хорошо развитые вегетативные органы влажными и закончить налив в позднюю фазу (табл. 21). Дальнейшее снижение абсолютно сухой массы 1000 зёрен на 2,94 (или 8,5%) связано с повторным увлажнением зерна ячменя на корню во время перестоя.

Таблица 21 - Динамика массы 1000 зёрен в период созревания,
Ларец, 2004 г.

Фаза созревания	Дней от цветения	Влажность зерна, %	Абсолютно-сухая масса 1000 зёрен, г	Температура воздуха, °С	Осадки, мм	Относительная влажность воздуха, %
Восковая спелость: начало	33	39,37	34,30	20,7	0,8	57
середина	35	31,15	34,56	19,8	1	73
конец	37	25,53	34,58	22,6	4,3	85
полная спелость	39	17,06	34,50	22,7	12,1	82
перестой на корню: 5 дней	44	10,7	33,38	19,5	2,1	91
10 дней	49	8,8	32,72	22,9	0	68
15 дней	54	8,2	31,96	20,9	0	57
20 дней	59	11,5	31,56	21,7	4,2	69

Известно, что при обычных на юге летних температурах и повышенных

показателях влажности воздуха, дыхание зерна намного усиливается: при влажности зерна 17% оно возрастает по сравнению с зерном, влажностью 14% в 19 раз, а при увеличении влажности с 11 до 32% - в 70 раз. Это приводит к существенному изменению абсолютной массы зерна.

Повышение влажности зерна до 20-30% после полной спелости приводит к постепенному появлению воды в жидкой фазе и в норме к началу выхода семян из состояния покоя.

Однако, как показали исследования Н.А. Аскоченской (1982), если влажность увеличивается за счёт сорбции водяных паров, то внутри зерна не появляется капельно-жидкая вода, она вся блокируется крахмально - гидратом. При прямом контакте семян с жидкой водой, она появляется внутри его даже при сорбции 1-3% воды. В этом случае избыток воды передаётся структурным белкам, начинается их гидролиз и если семя не переходит к росту, то такое увлажнение ведёт к потере жизнеспособности.

Утверждение о том, что ячмень лучше переносит длительное увлажнение на корню, считаем достоверным. Имея высокую пленчатость зерна, в пределах 10-13%, предохраняющую его от воздействия внешних условий, ячмень на корню колебания влажности регулирует крахмало-гидратом, в валках же быстро появляется капельно-жидкая вода, которая вызывает наклёвывание и прорастание семян.

Рассматривая процесс зернообразования двух других сортов озимого ячменя Добрыня 3 и Ростовский 55, следует отметить, что накопление пластических веществ проходило по аналогии с ранее рассмотренным сортом Ларец, где прирост сухой массы зерна прекратился при достижении зерном влажности 31,5-34,2%, затем наступал период постоянной массы зерна (конец восковой - полная спелость) и после физиологического отчленения зерновки от материального растения нарастает убыль сухой массы зерна.

Чтобы установить взаимосвязь между влажностью и динамикой сухой массы зерна, мы провели математическую обработку данных методом корреляции и регрессии, где анализировались значения зависимых факторов

между влажностью зерна и продолжительностью периода зернообразования озимого ячменя от момента наступления студенисто - жидкого состояния зерна до полной его спелости.

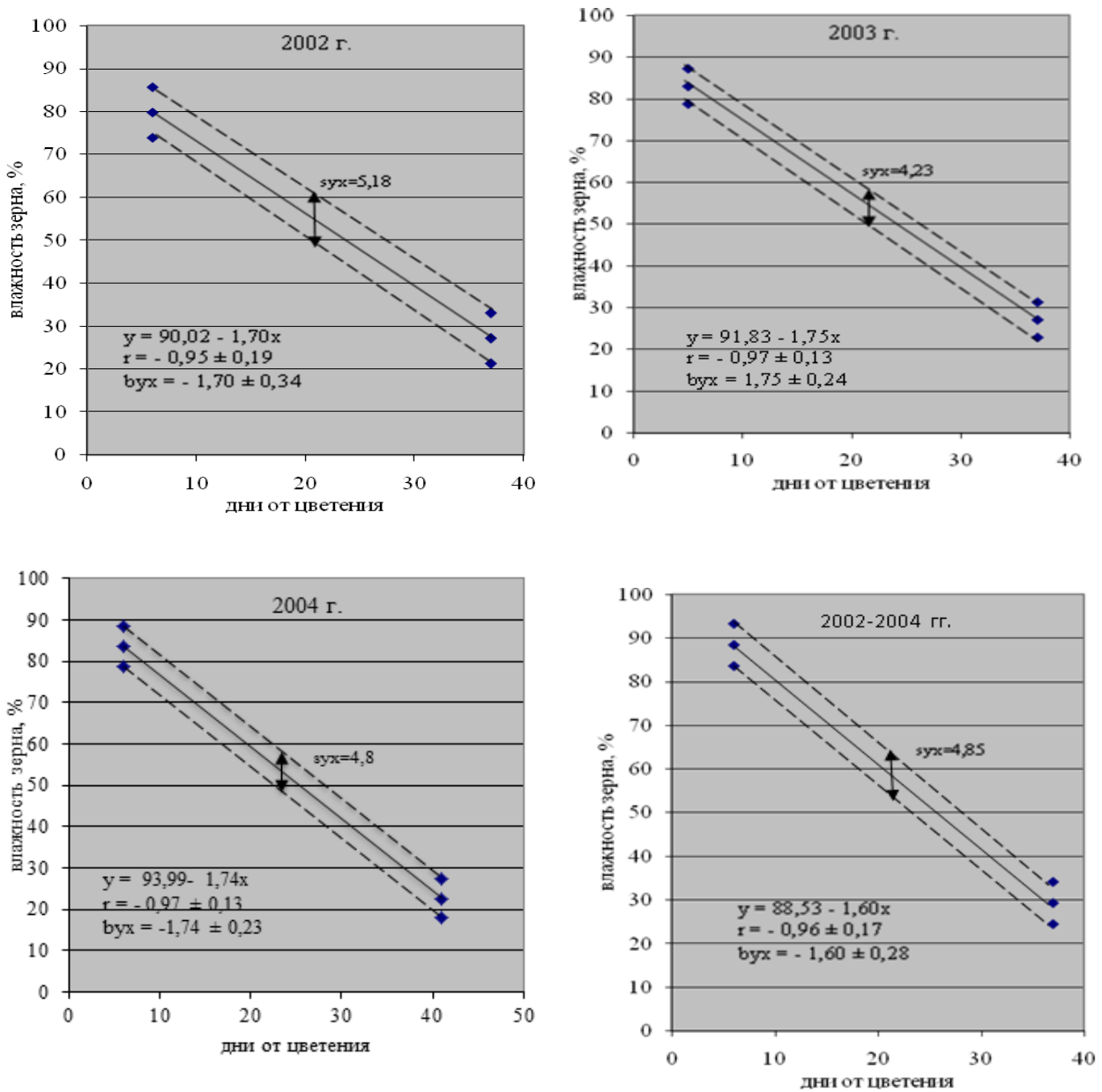


Рисунок 15 - Теоретическая линия регрессии при прямолинейной корреляции, Ларец (2002-2004 гг.)

Анализ показал, что линейная регрессия названных признаков носит разные направления. Так, регрессия между влажностью и датой налива зерна описываются обратным (отрицательным) уравнением (рис. 15):

$$Y = 90,02 - 1,70x \text{ (2002 г.)};$$

$$Y = 91,83 - 1,75x \text{ (2003 г.)};$$

$$Y = 93,99 - 1,74x \text{ (2004 г.)};$$

$$Y = 88,53 - 1,60x \text{ (2002-2004 гг.)},$$

где указывается, что влажность зерна снижается в процессе налива в среднем на 1,60 % (по годам соответственно на 1,70; 1,75 и 1,74). Судя по коэффициенту детерминации ($d_{yx} = r^2 = -0,96^2 = 0,92$), примерно 92% изменений во влажности обусловлены внутренними процессами зернообразования и только 8% изменений связано с другими факторами. Взаимосвязь признаков (влажность и дата налива) очень тесная:

$$r = -0,95 \pm 0,19 \text{ (2002 г.)};$$

$$r = -0,97 \pm 0,13 \text{ (2003 г.)};$$

$$r = -0,97 \pm 0,13 \text{ (2004 г.)};$$

$$r = -0,96 \pm 0,17 \text{ (2002-2004 гг.)}.$$

Регрессия сухой массы зерна указывает на положительную (прямую) зависимость признаков (рис. 16).

$$Y = 5,15 + 0,97x \text{ (2002 г.)}$$

$$Y = 4,62 + 0,98x \text{ (2003 г.)}$$

$$Y = 3,77 + 0,93x \text{ (2004 г.)}$$

$$Y = 3,68 + 1,02x \text{ (2002-2004 гг.)},$$

при этом установлено, что сухая масса зерна возрастает в процессе налива на 1,02 г (соответственно по годам на 0,97; 0,98 и 0,93 г).

Расчитанный коэффициент детерминации ($d_{yx} = r^2 = -0,90^2 = 0,81$), показывает, что 81% изменений в сухой массе зерна вызваны биохимическими (внутренними процессами налива) и только 19% изменений определяются другими факторами. Взаимосвязь признаков (сухая масса – дата налива) также довольно тесная:

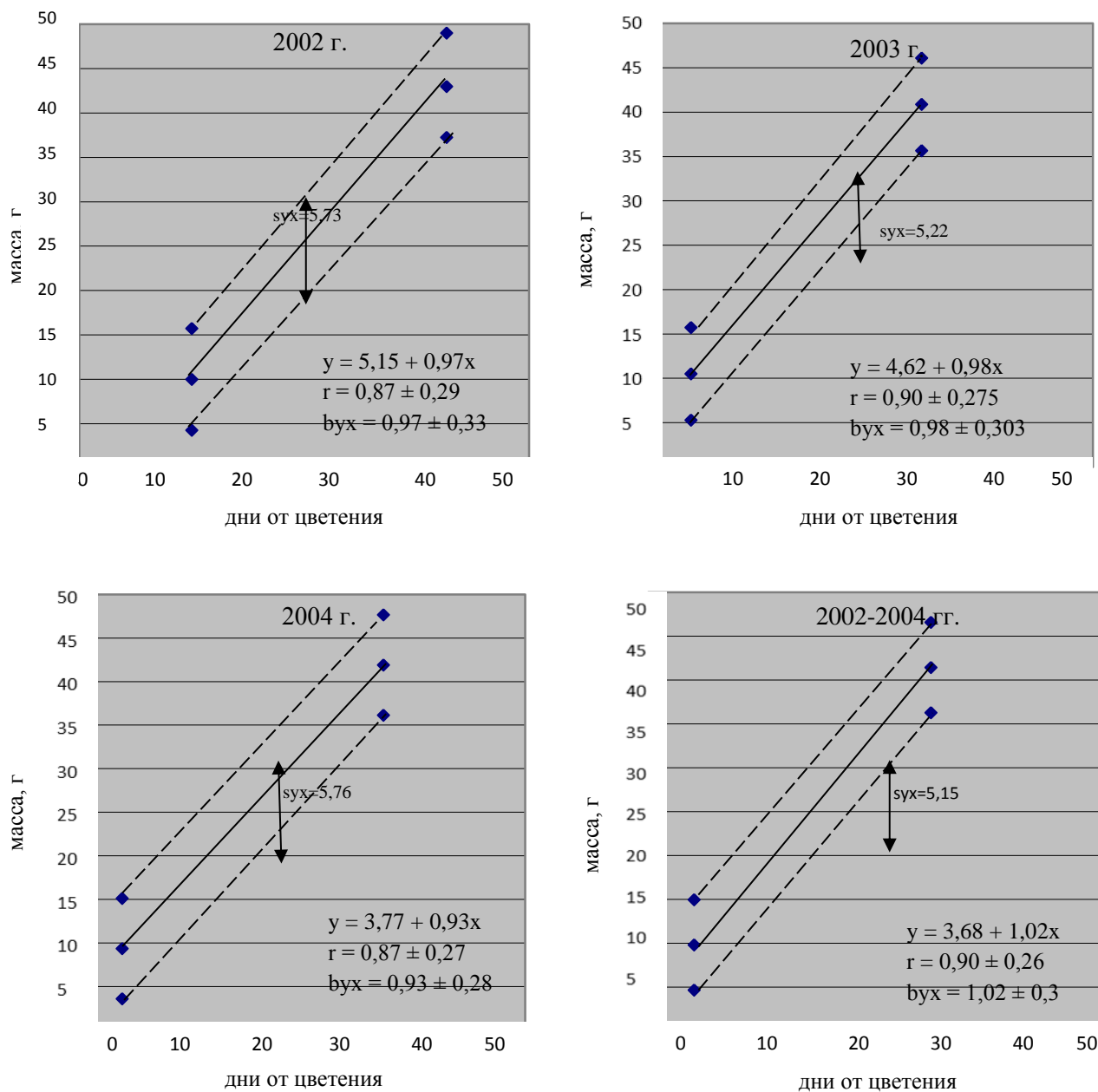


Рисунок 13 – Теоретическая линия регрессии при прямолинейной корреляции между абсолютно сухой массой 1000 зерен и продолжительностью периода зернообразования озимого ячменя, Ларец (2002-2004 гг.)

$$r = - 0,87 \pm 0,29 \text{ (2002 г.)};$$

$$r = - 0,90 \pm 0,275 \text{ (2003 г.)};$$

$$r = - 0,87 \pm 0,275 \text{ (2004 г.)};$$

$$r = - 0,90 \pm 0,265 \text{ (2002-2004 гг.)}.$$

Определённую роль в оценке завершения накопления пластических

веществ и степени зрелости созревающего зерна озимого ячменя может сыграть изучение динамики натуры, которая характеризует как выполненность, так и его тяжеловесность. На величину натуры влияет так много факторов и взаимодействие их столь велико, что далеко не всегда можно получить достаточно чёткие выводы об их значении. Однако ясно, что масса отмеренного при определённых условиях объёма зерна будет тем больше, чем больше количество зёрен поместится в этом объёме и выше степень выполненности этих зёрен.

Таблица 22 - Масса 1000 зёрен и натура формирующегося зерна озимого ячменя

Показатель	Молочное состояние	Тестообразное состояние	Восковая спелость			Полная спелость
			начало	середина	конец	
2002 г.						
Масса 1000 зёрен, г:						
сырая	57,72	76,96	57,27	52,25	43,57	41,39
сухая	26,67	31,74	34,26	34,32	34,30	34,28
Натура, г/л:						
сырая	463	574	561	563	562	565
сухая	337	463	539	551	567	570
2003 г.						
Масса 1000 зёрен, г:						
сырая	53,22	69,82	55,97	51,35	47,90	43,36
сухая	20,37	32,84	35,34	35,38	35,28	35,22
Натура, г/л:						
сырая	438	570	555	560	564	562
сухая	318	470	540	552	563	567
2004 г.						
Масса 1000 зёрен, г:						
сырая	59,41	76,55	56,56	50,18	46,57	40,67
сухая	20,27	31,83	34,30	34,56	34,58	34,50
Натура, г/л:						
сырая	455	571	552	555	560	558
сухая	328	466	538	541	558	562

Как показали наши исследования, натура сырого зерна имеет два пика –

фаза тестообразного состояния (574; 570 и 571 г/л) и конец восковой – полная спелость (565; 564 и 560 г/л) (табл. 22). В первом случае существенное влияние на натуру имеет не только состояние оболочек зерна, характер их поверхности, но и величина воздушных пустот между оболочками и ядром семени. Влага, вытесняя воздух из полостей между цветочными плёнками и плодовыми оболочками, значительно повышает удельную массу зерна и, следовательно, его натура повышается.

При резком снижении влажности зерна (в начале восковой спелости) увеличиваются воздушные пустоты в плёнках зерновки, изменяется его поверхность и натура уменьшается.

Дальнейшее снижение воды в зерне изменяет пропорции воды и сухих веществ в зерновке в сторону возрастания последних. С увеличением доли сухих веществ, которые имеют большую удельную массу, чем вода, увеличивается и достигает пика натура зерна. Натура сухого зерна во все годы исследований колеблется по фазам его развития в соответствии с динамикой сухого вещества в зерне. Наименее спелое зерно, убранное в ранние фазы (молочное, тестообразное состояние) с высокой влажностью, при подсушивании получается щуплым, с пониженной массой и плотность укладки его в пурку низкая, соответственно этому величина натуре получается малой (318-463 г/л). По мере созревания (восковая, полная спелость) зерно становится более выполненным, скважность его понижается, а натура повышается и достигает максимума в полной спелости (562- 570 г/л).

Таким образом, в зернообразовании озимого ячменя отмечены особенности, которые выражаются в продолжении накопления пластических веществ и во второй половине восковой спелости при снижении содержания влаги до 30-34%. В связи с этим наблюдается большой разрыв (8-12 дней) в достижении максимального значения 1000 сырых и сухих зёрен. Наибольшая масса 1000 сухих зёрен наступает при влажности зерна 25-34% в зависимости от условий года.

4.5 Биохимический состав зерна разной спелости

Кормовая (пищевая) ценность зерна определяется степенью концентрации питательных веществ: белков, жиров, углеводов, биологически ценных витаминов, микроэлементов, ферментов, антибиотиков, которые играют важную роль в жизнедеятельности организма. Входя в состав клеток и тканей, они выполняют при этом каталитические, регуляторные, транспортные, защитные функции, а также функции преобразования различных видов энергии.

Все химические соединения имеют различную энергетическую ценность. В практике, меньше содержится энергии в более простых соединениях, а больше в сложных веществах, поэтому удовлетворение потребности в энергии – это не только проблема количества, но и качества сельскохозяйственной продукции (П.П. Деренжи, 2001).

При обосновании сроков и способов уборки важное значение имеет изучение как биохимического состава, так и содержание в зерне энергии в разные периоды зернообразования. Оптимальным будет такой срок и способ уборки, при котором получают зерно с наилучшими биохимическими показателями и наибольшим содержанием энергии.

Зерно ячменя имеет сложный химический состав, который зависит от почвенно-климатических, погодных условий и отдельных элементов технологии. Все вещества, входящие в состав зерновки, делят на две большие группы: органические и неорганические. К органическим веществам относят белки, нуклеиновые кислоты, углеводы, липиды, ферменты, витамины, пигменты и некоторые другие, а к неорганическим соответственно минеральные вещества и воду.

Органические вещества, образующиеся в ходе налива, подвергаются существенным превращениям, характерной особенностью которых является образование высокомолекулярных соединений и отложение их в запас в определенных частях зерновки. По мере созревания концентрация простых полимеров снижается, а сложных возрастает.

Изучением биохимического состава зерна озимых культур разной спелости занимались многие исследователи. Так, К.Е. Овчаров (1976), Z. Singhi др. (2008) считают, что основная масса питательных веществ в зерне накапливается к началу восковой спелости. Такое зерно, хотя и содержит повышенное количество воды, однако имеет полноценный химический состав.

Другая группа исследователей считает, что в фазе восковой спелости продолжается синтез органических соединений за счет вторичного использования азотистых веществ и перераспределения углеводов (количество растворимых форм углеводов по мере развития уменьшается при одновременном увеличении содержания крахмала), поэтому неправильно выбранный срок уборки может снизить содержание белковых веществ на 10-15%, а углеводов на 12-18% (Э.Д. Неттевич, З.Ф. Аниканов и др., 1981; Р.Б. Нурлыгаянов, 2001).

Многими исследователями предпринимались попытки разработать эффективные химические тесты для определения оптимальной даты уборки. В частности, Г.В. Коренев (1971) применял для установления степени созревания хлебов эозинный метод, основанный на способности проникновения раствора красителя в недозревший колос вместе с током воды. Как показали исследования, хотя и существует тесная связь между процессом налива зерна и окрашивания колоса, все же этот метод является косвенным, так как о состоянии спелости зерна судят не по признакам зерна, а по признакам колоса. На ячмене реакция окрашивания не дает стабильных результатов (В.М. Шевцов, Н.Г. Малюга, 2008).

В наших опытах химический состав зерна ячменя определяется с фазы студенисто жидкого состояния и до полной спелости (табл. 23).

Химическую основу проводящих, механических, образовательных тканей и клеточных оболочек составляет клетчатка, которая придает семенам прочность и водонепроницаемость, а также большую или меньшую стойкость. Она же является одним из основных золообразующих компонентов. \

Таблица 23 - Химический состав зерна озимого ячменя разной спелости
(сорт Ларец 2002-2004 гг.)

Фаза развития зерна	Сырая зола		Сырой жир		Сырая клетчатка		Сырой протеин		Крахмал	
	абс.сух. вещ-во, %	в 1000 зернах, г	абс.сух. вещ-во, %	в 1000 зернах, г	абс.сух. вещ-во, %	в 1000 зернах, г	абс.сух. вещ-во, %	в 1000 зернах, г	абс.сух. вещ-во, %	в 1000 зернах, г
Студ.-жидкое состояние	1,81	0,06	4,67	0,20	7,85	0,35	9,95	0,42	17,04	0,72
Молочное состояние	2,04	0,45	3,63	0,81	5,56	1,31	11,70	2,59	40,03	4,65
Тест. состояние	2,16	0,78	3,16	1,10	4,86	1,65	12,49	4,17	53,98	17,98
Восковая спелость: начало	2,25	0,90	3,05	1,11	4,73	1,68	12,56	4,35	57,29	19,84
середина	2,25	0,90	3,04	1,11	4,67	1,71	12,98	4,55	57,85	20,19
конец	2,25	0,89	3,05	1,10	4,59	1,67	13,14	4,56	57,82	20,17
Полная спелость	2,25	0,89	3,04	1,09	4,53	1,59	12,96	4,44	57,71	20,02

Минеральные вещества входят также в состав многих органических соединений и находятся в клетках в виде раствора, переходя в состав золы, которая образуется в результате полного сгорания продукта при высокой температуре (750-800°C). Значительная часть минеральных веществ содержится в периферийных слоях и зародыше, поэтому в первый период образования зерна, когда формируется зародыш и другие органы (студенисто жидкое состояние), содержание клетчатки и зольных веществ в зерне – максимальное – 7,85% и 4,67%. По мере формирования конституционных элементов семени содержание этих веществ уменьшается и к фазе начало восковой спелости

составляет уже 4,73 и 3,05% соответственно (т.е. за время прохождения фазы студенисто жидкое – тестообразное состояние доля клетчатки в зерне уменьшалась на 39,7%, а золы на 34,7%).

В завершающей фазе созревания (восковая – полная спелость) содержание золы в зерне стабилизируется и поддерживается на одном уровне (3,04-3,05%), в то время как уровень клетчатки продолжает снижаться и к фазе полной спелости достигает минимальных значений – 4,53%. Следует заметить, что за время прохождения фазы созревания потери клетчатки были значительно ниже (всего 0,20%) по сравнению с ранним периодом зернообразования).

Снижение или повышение процентного содержания химических веществ еще не дает истинную картину наличия данного компонента в зерне. Как видно, из таблицы, минимальный уровень клетчатки и золы в абсолютных величинах приходится на фазы студенисто – жидкое и молочное состояние (в 1000 зернах содержится соответственно 0,35-1,31 сырой клетчатки и 0,20 – 0,81 г сырой спелости устанавливается период максимального содержания этих веществ в зерне (массовая доля золы колеблется в пределах 1,10-1,11 г, а клетчатки 1,68-1,71 г в 1000 зернах). Переход зерновки в завершающий этап созревания (конец восковой – полная спелость) способствует снижению как зольных веществ, так и клетчатки (соответственно на 0,01-0,02 и 0,04-0,12%).

При экстракции зерна ячменя диэтиловом эфиром в экстракт переходят многие липиды, не только свободные, но и примесь других липидов: фосфатиды, стеролы, воски, хлорофилл и каратиноиды и др., поэтому ту часть свободно извлекаемых жиров (смесь липидов) называют сырым жиром, а другую, связанную с белками (липопротеиды) и углеводами (гликопротеиды) связанным и прогносвязанным. Из общего содержания липидов 65-85% приходится на свободные жиры. Они сосредоточены главным образом в алейроновом слое и зародыше, но при использовании зерна на корм особой питательной ценности не имеют. Однако, они важны для поддержания жизни зародыша и становления полноценного проростка, поэтому определение максимального содержания жировых веществ имеет важное значение для

семеноводства.

Как видно из приведенных данных, интенсивное накопление сырого жира, как в абсолютных (0,06-0,90 г в 1000 зернах), так и в относительных (1,81-2,25%) значениях нарастает до начала восковой спелости, затем показатели стабилизируются и остаются на одном и том же уровне до полной спелости. Отмеченная закономерность прослеживается и по годам исследований.

Основную часть сухого вещества зерна составляют углеводы, которые принимают участие в дыхании и брожении, выполняют опорную и питательную функцию растительных клеток и тканей, а также являются одним из главных источников энергии.

Вместилищем запасных питательных веществ зерновки служит эндосперм, клетки которого в начале заполнены простыми растворимыми углеводами. Процесс накопления крахмала в растущей завязи начинается через 7-8 дней после оплодотворения, а в фазе студенисто жидкого состояния в эндосперме содержится уже 17,04% (с колебаниями по годам 16,74; 18,11 и 16,57%) и 0,72 г (соответственно 0,72; 0,99 и 0,62 г) в 1000 зернах.

В период налива углеводный обмен направлен на быстрое превращение сахаров в крахмал и к моменту наступления тестообразного состояния в зерне накапливается 91,2-94,5% крахмала от максимальных значений.

Созревание зерна сопровождается медленным накоплением крахмала в запас до середины восковой спелости, при этом за время прохождения фазы восковой спелости содержание крахмала увеличилось всего на 0,35 г (или на 1,8%) в 1000 зернах. В дальнейшем к моменту наступления полной спелости, независимо от погодных условий года, отмечалось падение как относительного, так и абсолютного содержания крахмала в зерне.

Азотистые соединения представлены в зерне ячменя главным образом в форме высокомолекулярных белков. Уровень накопления их определяется условиями, в которых протекает формирование и налив зерна, а также сортовыми особенностями. Белки по своему составу неоднородны. Наиболее ценна водо- и щелочерастворимая фракция, но наибольший удельный вес приходится на спирторастворимую фракцию проламинов, которые называют у ячменя гордеином. Чем больше накапливается в зерне белка, тем обычно большая доля приходится на гордеины, которые менее ценны в питательном отношении из-за невысокого содержания незаменимых аминокислот. Поэтому повышение кормовых качеств у ячменя идет непропорционально увеличению белковости зерна.

Накопление белков в зерне озимого ячменя начинается почти одновременно с отложением в запас углеводов. В начале налива азот представлен небелковыми формами, поэтому в фазе студенисто жидкого состояния относительное и абсолютное содержание белка в зерне минимальное – 9,95% и 0,42 г в 1000 зернах (с колебаниями по годам в пределах 9,56-10,16% и 0,34-0,53 г).

Фаза налива сопровождается интенсивным синтезом углеводов и азотистых веществ, но содержание последних в зерне во многом определяется темпами поступления углеводов. Существует мнение, что содержание азота в зерне снижается только в начале налива, когда идет активное образование крахмала, основного запасного вещества эндосперма. В дальнейшем, по мере снижения активности фотосинтеза и темпов поступления углеводов, содержание азотистых веществ повышается за счет активной эвакуации азота из вегетативных частей растения в зерновку. Точка перелома кривой от понижения до повышения может приходиться либо на молочное состояние, либо между молочным и тестообразным состоянием, когда интенсивность поступления углеводов больше всего превышает темпы поступления азотистых веществ (Г.Н. Егоров, 1985).

По другим данным, в первую очередь в зерне накапливается азот, а

углеводы поступают в последние стадии развития зерна, поэтому содержание азотистых веществ по мере созревания падает (Р. Нулыгаянов, 2001). Имеются также данные о том, что содержание азота в зерне в течение всего периода его развития повышается (В.Г. Минеев, А.Н. Павлов, 1981).

Как показали наши исследования (табл. 24), к фазе тестообразного состояния относительное содержание протеина увеличилось на 2,54% (с 9,95 до 12,49%), а абсолютное их количество возросло в 10 раз (с 0,42 до 4,17 г в 1000 зернах), причем, в засушливые, жаркие годы, когда среднесуточные температуры воздуха периода налива были в пределах 22,4°C (2002 г.) – 20,5°C (2004 г.), содержание азотистых веществ в зерне повышалось по круто восходящей кривой. При сравнительно благоприятных условиях влажности почвы и воздуха, содержание азотистых веществ повышалось не столь стремительно. В таких условиях поступление углеводов в ходе налива зерна уменьшалось быстрее, чем поступление азотистых веществ, что и приводило к повышению как относительного, так и абсолютного содержания азота в зерне в ходе его налива.

При созревании (восковая спелость), когда внутренние клеточные структуры зерна, связанные с синтезом белка и крахмала инактивируются, синтез этих веществ замедляется или прекращается, а значит относительное содержание протеина или стабилизируется, или, с увеличением дней перестоя, снижается в большей или меньшей степени в зависимости от сложившихся погодных условий. В наших опытах поступление азотистых веществ в зерновку продолжалось до конца восковой спелости. На поздних стадиях зернообразования синтез белкового комплекса может идти не за счет оттока пластических веществ из листьев и стеблей, а за счет соединений уже накопленных в зерне свободных аминокислот, амидов и других азотистых соединений.

Накопление питательных веществ другого сорта озимого ячменя Ростовский 55 идет по аналогии вышерассмотренного сорта Ларец. Относительное содержание сырого жира нарастает, а сырой золы и клетчатки

снижается до середины восковой спелости.

Таблица 24 - Химический состав зерна озимого ячменя разной спелости
(сорт Ростовский 55, 2002-2004 гг.)

Фаза развития зерна	Сырая зола		Сырой жир		Сырая клетчатка		Сырой протеин		Крахмал	
	абс.сух. вещ-во, %	в 1000 зернах, г	абс.сух. вещ-во, %	в 1000 зернах, г	абс.сух. вещ-во, %	в 1000 зернах, г	абс.сух. вещ-во, %	в 1000 зернах, г	абс.сух. вещ-во, %	в 1000 зернах, г
Студ.-жидкое состояние	4,61	0,20	1,87	0,08	7,94	0,34	10,16	0,36	14,78	0,54
Молочное состояние	3,67	0,85	2,16	0,52	5,69	1,37	11,84	3,62	43,85	12,44
Тест. состояние	3,16	1,01	2,23	0,77	4,75	1,56	12,62	4,37	53,59	18,53
Восковая спелость: начало	2,98	1,06	2,28	0,82	4,66	1,61	12,87	4,51	56,91	19,88
середина	2,94	1,09	2,28	0,86	4,54	1,63	13,06	4,58	57,16	20,04
конец	2,92	1,09	2,27	0,87	4,43	1,67	13,18	4,61	57,01	19,95
Полная спелость	2,92	1,06	2,26	0,87	4,38	1,63	13,09	4,33	56,91	19,89

Абсолютная величина этих веществ интенсивно увеличивается до начала восковой спелости, затем приросты резко замедляются, и к полной спелости прекращаются или отмечается тенденция к снижению.

Содержание крахмала в зерне озимого ячменя увеличивается до середины восковой спелости, затем отмечается пусть и не значительная, но убыль массы (на 0,15 г в 1000 зернах) и процентного содержания вещества (на 0,25%) до полной спелости.

Что касается величины протеина, то значительный его прирост в 1000 зернах заметен до начала восковой спелости. В середине-конце восковой спелости абсолютная величина стабилизируется или наблюдается тенденция к ее увеличению (прирост в конце восковой спелости составил 0,1 г по сравнению с начальной ее фазой). Относительное содержание сырого протеина возрастало по восходящей кривой: минимум в начале налива, значительное

увеличение в фазе молочного состояния и максимум в середине восковой спелости.

Таким образом, накопление питательных веществ в зерне озимого ячменя идет по мере его роста и развития. На первых порах зернообразования содержание химических веществ минимально, к концу налива (началу восковой спелости) стабилизируется и достигает 96-98% максимального значения, а заканчивается приток пластических веществ к концу восковой началу полной спелости.

4.6 Питательная и энергетическая оценка зерна разной спелости

Питательная ценность зерна определяется содержанием и соотношением важнейших химических веществ и биологически активных соединений, которые окисляясь в организме служат в той или иной степени источником энергии. Колебания энергии в свою очередь, обусловлены видовыми и сортовыми различиями, технологией выращивания, климатическими факторами, способами и сроками уборки урожая, послеуборочной обработкой зерна.

Важнейшим показателем, определяющим питательную и биологическую ценность зерна ячменя является содержание сырого протеина. Ценность белков ячменя заключается в том, что они легко усваиваются организмом, содержат сравнительно много незаменимых аминокислот: лизина, метионина, триптофана. В обычных кормах наиболее часто отмечается недостаток именно этих аминокислот, необходимых для прохождения нормального синтеза гемоглобулина, роста молочной продуктивности, поддержание полового цикла, минерального обмена и других жизненно важных процессов в организме животного.

В наших исследованиях количество сырого протеина колеблется по фазам развития зерна. Выделяются минимальные и максимальные периоды в его накоплении (табл. 25). Наименьший уровень сырого протеина (100 и 111,8 г/кг)

приходится на студенисто жидкое и молочное состояние зерна, наибольший – на середину (129,9 г/кг) или конец восковой спелости (130,8 г/кг). За время прохождения фазы тестообразного состояния и начало восковой спелости содержание протеина стабилизируется и находится в пределах 125,2-125,6 г/кг.

Таблица 25 - Питательная ценность зерна озимого ячменя сорта Ларец, г/кг (2002-2004 гг.)

Фаза развития зерна	Крахмал	Протеин	Жир	Зола	Клетчатка	Всего
Студенисто жидкое состояние	171,4	100	14,3	47,6	83,3	416,6
Молочное состояние	402,0	111,8	19,4	35,0	56,6	624,8
Тестообразное состояние	539,8	125,2	23,4	33,0	49,5	770,9
Восковая спелость: начало	573,1	125,6	26,0	32,1	48,5	805,3
середина	576,5	129,9	25,7	32,1	48,5	812,7
конец	578,8	130,8	25,5	31,6	47,9	814,6
Полная спелость	577,3	128,0	26,7	31,4	45,8	809,2

Оптимального использования животными белка можно ожидать только в том случае, если рацион содержит достаточное количество минеральных веществ, микроэлементов и витаминов, которые влияют на их здоровье и продуктивность животного. Содержание зольных веществ зависит от многих факторов, в частности, внесением удобрений, ранними сроками уборки можно несколько повысить их количество в кормах.

Зола образуется главным образом, из различных органических соединений, которые по частям зерновки распределены неравномерно: внутренние слои имеют низкую зольность, а по мере приближения к периферическим слоям зольность нарастает и в слое, прилегающем к алейроновому, увеличивается в 3-5 раз.

В наших исследованиях содержание зольных веществ уменьшалось по мере старения зерна: если на ранних этапах зернообразования содержание минеральных веществ было 47,6 г/кг, то к концу тестообразного состояния зольность зерна составила уже 33,0 г/кг, т. е. за период прохождения молочного и тестообразного состояния зольность зерна снизилась на 14,6 г/кг (или 31%). В дальнейшем содержание минеральных веществ в зерне стабилизируется и сроками уборки регулируется незначительно. Отмеченная закономерность прослеживается и по годам исследований.

Малозависимой от сроков уборки является и величина сырого жира. Накапливаясь в зерне как резервное вещество, жир принимает непосредственное участие в метаболических процессах. В протоплазматическом жире растворяются витамины А, Д, Е, К, которые затем включаются в обменные процессы. Содержится он главным образом в алейроновом слое и зародыше как концентрированный энергетический и строительный резерв организма. Зерно ячменя отличается небольшим содержанием жира – в пределах 14,3 – 23,4 г/кг на ранних этапах зернообразования и 25,5 – 26,7 г/кг на завершающих этапах развития.

Степень питательности корма определяется также содержанием в нем безазотистых экстрактивных веществ, основу которых составляет нецеллюлозная фракция углеводов. Представлены они преимущественно крахмалом и небольшим количеством сахаров. Крахмал сосредоточен в эндосперме и представляет собой энергетический материал, главный источник калорий. Сахара в небольшом количестве присутствуют в зародыше и периферических частях эндосперма. Они усваиваются зерновкой в первый период ее прорастания.

Как показали исследования, содержание крахмала увеличивается до конца восковой спелости. Причем, в первые фазы развития зерна (студенисто жидкое, молочное состояние) имеет место сравнительно быстрое нарастание крахмала, а к фазе тестообразного состояния, доля крахмала в зерне увеличивается в 3,1 раза (с 171,4 г/кг до 539,8 г/кг). В дальнейшем уровень

крахмала в зерне стабилизируется (на уровне 573,1-578,8 г/кг), хотя отмечается небольшой прирост до конца восковой спелости.

Непременным компонентом зерна является клетчатка, которая обычно не является лимитирующим фактором питания. Будучи тесно связанная с лигнином, она характеризуется сравнительно низкой питательной ценностью и высокое ее содержание в зерне нежелательно. Однако, участвуя в процессах обмена, она способствует процессу образования летучих жирных кислот, особенно уксусной, и тем самым обеспечивает организм и микрофлору энергией.

Количество сырой клетчатки по мере развития и созревания зерна снижается. Если в начале налива (студенисто жидкое – молочное состояние) в 1 кг зерна было 83,3 – 56,6 г сырой клетчатки, то к концу налива (тестообразное состояние) стало 48,5 г/кг, то есть убыль составила 34,8 г (или 38,1%). Минимального уровня клетчатка достигает в фазе полной спелости – 45,8 г/кг.

Таким образом, кормовая ценность зерна озимого ячменя тесно связана с фазой его развития и находится в прямой зависимости от степени выполненности зерна. На ранних этапах зернообразования (студенисто жидкое – молочное состояние) содержание питательных веществ минимальное. По мере роста и развития зерна кормовая ценность его повышается и к концу восковой - полной спелости достигает своего пика.

Известно, что не все питательные вещества, поступающие в организм используются в обменном процессе, а только те, которые являются переваримыми. Степень переваримости зависит от вида растения, фазы вегетации, химического состава кормов и других факторов. Используя коэффициенты переваримости, рекомендуемые для протеина – 84, жира – 45, БЭВ – 88 и клетчатки – 24, мы определим динамику переваримых веществ в зерне озимого ячменя разной спелости (табл. 26).

В дальнейшем (восковая и полная спелость) доля основных компонентов энергетического баланса стабилизируется и 64,0-72,0% общей и переваримой энергии приходится на углеводы, 20,0-22,0% - на протеины и 16,0-6,0% суммарно на другие компоненты зерна.

Таким образом, кормовая и энергетическая ценность зерна тесно связана с фазой роста и развития и определяется содержанием в нем белков, жиров, углеводов и других биологически активных веществ. Изменение химического состава зерна в сторону увеличения или уменьшения сухого вещества зерна пропорционально сказывается и на энергетической ценности.

4.7 Урожайность зерна

Урожайность озимого ячменя в значительной степени зависит от количества накопленного сухого вещества в зерне в период зернообразования. Нередки случаи, когда прекрасно развитые с весны растения, при аномальных условиях погоды в период налива, резко снижали урожай зерна, и наоборот, благоприятно сложившиеся метеорологические условия в момент налива давали возможность растению компенсировать, до некоторой степени, слабое развитие колоса хорошей выполненностью зерна.

Другим резервом увеличения валовых сборов зерна является сокращение биологических потерь, связанных с расходом органического вещества на дыхание, и механических, нередко превышающих те прибавки зерна, которые достигаются применением отдельных эффективных агротехнических приемов. Максимальное сокращение отмеченных потерь возможно при применении рациональных и обоснованных сроков и способов уборки, влияющих не только на величину, но и качество урожая.

На сегодняшний день одно- и двухфазное скашивание является стандартной технологией уборки зерновых. Преимущество прямого комбайнирования состоит в его большей независимости от погодных условий,

снижение риска уборки, в более высоком качестве обмолота, в меньших затратах энергии и труда и в более низкой себестоимости продукции. Особое преимущество этот способ имеет при неблагоприятных погодных условиях – стеблестой после дождя быстрее сохнет на корню, чем в валках (Н.М. Стружкин, 2001; В.Г. Кутилкин, 2006).

Двухфазная уборка нормализует зерно по влажности, используя естественную сушку, устраняет обламывание колосьев и осыпание зерна от воздействия ветров, предохраняет посеvy от истекания. В валках происходит не только подсыхание, но и послеуборочное (физиологическое) дозревание. Способность зерна дозревать в валках дает возможность раньше начать уборочные работы (в фазе восковой спелости), когда растения уже не нуждаются в почве, но прямое комбайнирование еще невозможно вследствие высокой влажности зерна и растения (М.А. Пазин, 2000; В.Н. Пакуль, 2006).

Более прогрессивным способом, с помощью которого можно увеличить благоприятный для проведения уборочных работ период, является сочетание раздельной уборки и прямого комбайнирования. Способствуя сокращению потерь, он повышает валовые сборы зерна, обеспечивает высокие технологические качества и свойства зерна (А.А. Сокол, 1985; Е.П. Луганцев, 2004).

Выбор способа уборки определяется состоянием посевов, складывающимися погодными условиями, спецификой сорта, наличием техники и другими факторами, но оптимального соотношения прямого и раздельного комбайнирования можно достичь только по обобщенному (экономическому) критерию.

Проблемными вопросами уборки озимого ячменя остается конкретизация сроков их проведения. Теоретической основой для определения оптимальной даты уборки является окончание процесса налива, которому соответствует определенная влажность зерна. При правильном выборе потери бывают минимальные.

В наших исследованиях вопрос о сроках и способах уборки озимого

ячменя рассматривается как с теоретической стороны (увязывая их со временем прекращения поступления пластических веществ и формированием максимального биохимического и энергетического уровня зерна), так и с практической, определяя продолжительность уборки без потерь.

Анализ полученных урожайных данных показывает, что ранняя уборка озимого ячменя в начале восковой спелости отдельным способом при влажности 40-36% приводит к недобору зерна (табл. 29,30).

Таблица 29 – Урожайность зерна озимого ячменя сорта Ларец в зависимости от сроков и способов уборки (2002-2004 гг.)

Вариант опыта	2002 г.		2003 г.		2004 г.	
	т/га	±st	т/га	±st	т/га	±st
Двухфазная уборка, подбор валков через 3-5 дней после скашивания						
Начало восковой спелости (влажность зерна 36-40%)	4,82	-0,25	2,05	-0,21	3,57	-0,11
Середина восковой спелости (влажность зерна 31-35%), контроль	5,07	0	2,26	0	3,68	0
Конец восковой спелости (влажность зерна 30-21%)	5,05	-0,02	2,41	+0,15	3,75	+0,07
Однофазная уборка						
Полная спелость	5,03	-0,04	2,40	+0,14	3,70	+0,02
Перестой на корню: 5 дней	4,97	-0,10	2,30	+0,04	3,46	-0,04
10 дней	4,89	-0,18	2,02	-0,24	3,41	-0,27
15 дней	4,74	-0,33	1,88	-0,38	3,29	-0,39
20 дней	4,63	-0,44	1,71	-0,55	3,11	-0,57
НСР ₀₅	0,15		0,12		0,12	

Преждевременно прерывая приток пластических веществ в зерно, мы недополучаем в среднем 0,19-0,21 т/га (или 4,7-5,2%). По годам исследований отмеченная закономерность сохраняется, хотя размеры потерь колеблются. В годы с неустойчивым характером погоды, когда валки подвергались намачиванию и высушиванию, урожайность озимого ячменя снижается более существенными темпами: в 2002 г. потери зерна составили 0,25 т/га (Ларец) и 0,23 т/га (Ростовский 55). Но при средней урожайности зерна около 5,0 т/га

размер потерь не превысил 5,0%. В 2003 г. средняя урожайность озимого ячменя по вариантам отдельной уборки была не более 2,0-2,4 т/га и недобор зерна в пределах 0,21 т/га (Ларец) привел к увеличению потерь до 9,3%. При благоприятных условиях уборки (сухо, жарко, 2004 г.) потери зерна составили 0,11 т/га (Ларец) и 0,20 т/га, Ростовский 55).

Погодные условия в период проведения уборки оказывали существенное влияние на величину урожая зерна. Недобор зерна в основном связан с биологическими и механическими потерями, а величина этих потерь определяется количеством влажных или острозасушливых периодов в течение всего процесса уборки урожая.

Таблица 30 – Урожайность зерна озимого ячменя в зависимости от сроков и способов уборки, Ростовский 55

Вариант опыта	2002 г.		2004 г.		2002-2004 г.	
	т/га	± st	т/га	± st	т/га	± st
Двухфазная уборка, подбор валков через 3-5 дней после скашивания						
Начало восковой спелости (влажность зерна 36-40%)	4,81	-0,23	3,62	-0,20	4,22	-0,21
Середина восковой спелости (влажность зерна 30-35%)	5,04	0	3,82	0	4,43	0
Конец восковой спелости (влажность зерна 20-21%)	5,10	+0,06	3,95	+0,13	4,53	+0,10
Однофазная уборка						
Полная спелость	5,15	+0,11	3,90	+0,08	4,53	+0,10
Перестой на корню: 5 дней	4,97	-0,07	3,78	-0,04	4,38	-0,05
10 дней	4,89	-0,15	3,60	-0,22	4,24	-0,19
15 дней	4,71	-0,33	3,42	-0,40	4,06	-0,36
20 дней	4,62	0,42	3,20	-0,62	3,91	-0,52
НСР ₀₅	0,14		0,11			

Наименьшая урожайность озимого ячменя получена в 2002 году, несмотря на то, что в целом вегетация проходила в довольно сложных погодных условиях (жарко, отсутствие осадков на завершающих этапах развития ячменя). Но выпавшие осадки в критические периоды роста и

развития (формирование, налив зерна) значительно поправили положение ячменя и обеспечили урожайность в пределах 4,63-5,07 ц/га (Ларец) и 4,52-5,15 т/га (Ростовский 55).

Минимальный сбор зерна (1,71-2,41 т/га) получен в 2003 году, когда вымерзшие посевы озимого ячменя были пересеяны сортом Ларец (двуручка). Несмотря на сравнительно удовлетворительные погодные условия вегетационного периода, весенние посевы выросли низкорослыми и многостебельными (3-4 побега-подгона), что сказалось на общем уровне урожайности культуры.

В среднем за годы исследований урожайность озимого ячменя сорта Ларец колебалась в пределах 3,15-3,74 т/га, а Ростовский 55 - в пределах 3,91-4,53 т/га. Лучшие варианты двухфазной уборки (свал ячменя в середине и конце восковой спелости и обмолот через 3-5 дней после скашивания) и однофазной, проведенной в полную спелость и перестое на корню в течение 5 дней, обеспечивают получение урожайности на уровне контроля (3,64-3,74 т/га, Ларец и 4,38-4,61 т/га, Ростовский 55). Отмеченная закономерность прослеживается по годам исследований, хотя в отдельные годы (2003 г.) можно утверждать о получении достоверной прибавки урожая Ростовский 55 при двухфазной уборке в конце восковой спелости и однофазной в полную спелость – соответственно 0,15 и 0,14 т/га (или 6,6 и 6,2 %).

Для однофазной уборки важное значение имеет вопрос о продолжительности уборки без потерь. Дело в том, что после достижения зерном полной спелости, биологический урожай и качество зерна на корню остаются без существенных изменений в течение небольшого периода (3-5 дней), а затем происходит снижение урожая. Размеры потерь могут иногда достигать 25-30%.

Исследования показали, что урожайность зерна в сухую погоду сохраняется на корню до 10 дней (2002 г.) перестоя, а в жаркую погоду и с периодически выпадающими осадками (2003-2004 гг.) только 5 дней. В связи с

этим потери зерна сорта Ларец в 2002 г. во время 10-дневного перестоя были ниже, чем в другие годы исследований и составляли 0,18 т/га (или 3,6%) против 0,24 и 0,27 т/га (или 10,6 и 7,3%) по сравнению с контролем. Потери зерна Ростовский 55 составили соответственно 0,15 т/га (или 3,0%) против 0,22 т/га (или 5,8%). В среднем перестой зерна на корню в течение 10 дней снижал урожайность зерна озимого ячменя сорта Ларец на 0,23 т/га (или 4,3%), а сорта Ростовский 55 на 0,19 т/га (или 6,3%).

Более длительный перестой хлебной массы на корню способствует увеличению потерь зерна. Так, 15-дневный перестой хлебной массы приводил к снижению урожайности сортов озимого ячменя в среднем на 0,37-0,36 т/га (или 10,1-8,1%), а 20-дневный – уже на 0,52 т/га (или 11,7-14,2%). Отмеченная закономерность сохраняется и по годам исследований, хотя размеры потерь варьируют: в сухую погоду они меньше (6,5-8,7%), а в годы с периодически выпадающими осадками больше (16,8-24,3%).

Следует отметить, что лучшие варианты двухфазной уборки (свал ячменя в середине и конце восковой спелости и обмолот валков через 3-5 дней отлежки) и однофазной, проведенной в течение 5-7 дней после достижения полной спелости, обеспечивают получение одинаковой урожайности (в среднем за годы опытов 3,64-3,74 т/га, Ларец и 4,38-4,53 т/га, Ростовский 55).

Установлено, что длительный перестой зерна на корню (в течение 15 и 20 дней) приводит к более существенному снижению урожайности озимого ячменя, чем преждевременная двухфазная уборка в начале восковой спелости. Если при ранней отдельной уборке потери зерна составляли в среднем 4,7-5,2%, то перестой на корню 15 дней приводит к потерям зерна в пределах 8,1-10,1%, а 20-дневной снижает на 11,7-14,2%.

Таким образом, величина урожая зависит как от погодных условий вегетационного периода, так и сроков и способов уборки.

Скашивание в середине и конце восковой спелости (влажность зерна 35-21%) и обмолот валков через 3-5 дней способствуют получению максимальной урожайности при двухфазной уборке.

Однофазная уборка, проведенная в оптимальные сроки (в течение 5-7 дней после полной спелости) обеспечивает равноценный высокий урожай зерна.

При нарушении оптимальных сроков скашивания в валки, увеличения дней перестоя, однофазный способ приводит к большим потерям, чем двухфазный.

4.8 Посевные свойства семян и физические качества зерна

Одним из важнейших биологических показателей качества семян, без которого семя прекращает существовать как живой организм, является их всхожесть. Семена с низкой всхожестью – это посевной материал с нарушенным нормальным течением физиологических процессов. Посев семенами с низкой лабораторной всхожестью, кроме снижения полевой всхожести (в неблагоприятных полевых условиях проростки часто не выходят на поверхность почвы) увеличивает продолжительность появления всходов, нанося непоправимый ущерб растениям как на первых порах его развития, так и при формировании урожайности.

Более объективным показателем, связанным с полевой всхожестью, является энергия прорастания. Показывая число проросших семян за короткий срок (3 дня), она характеризует активность плазмы клетки, интенсивность обмена веществ и степень устойчивости к болезням в полевых условиях. Высокая энергия прорастания семян обуславливает более интенсивное поглощение воды при набухании и лучшее прорастание при неустойчивой влажности среды.

Известно, что при уборке семенная оболочка может повреждаться, в результате чего возникает утечка метаболитов, необходимых для прорастания, увеличивается угроза поражения грибковыми болезнями. Снизить эти отрицательные последствия через рациональное решение сроков и способов уборки.

Таблица 31 – Посевные качества семян озимого ячменя сорта Ларец при различных способах и сроках уборки

Вариант опыта	Энергия прорастания, %				Лабораторная всхожесть, %				Полевая всхожесть, %			
	2002 г.	2003 г.	2004 г.	2002-2004 гг.	2002 г.	2003 г.	2004 г.	2002-2004 гг.	2002 г.	2003 г.	2004 г.	2002-2004 гг.
Начало восковой спелости	95	96	95	95	96	97	96	97	81	83	79	81
Середина восковой спелости	94	95	95	95	96	96	95	96	82	81	80	81
Конец восковой спелости	95	94	95	95	96	96	96	96	83	84	82	83
Полная спелость	95	94	94	94	95	97	96	96	83	82	81	82
Перестой на корню: 5 дней	94	94	93	94	94	95	94	94	82	81	80	81
10 дней	93	93	94	93	95	93	94	94	81	84	80	82
15 дней	93	92	92	92	94	93	93	93	80	82	79	80
20 дней	92	92	92	92	94	93	93	93	81	81	78	80

Как показали исследования (табл. 31) на всех вариантах двухфазной и однофазной уборки и во все годы опытов, лабораторная всхожесть соответствовала требованиям ГОСТов для I – III категории репродукционных семян. Однако, следует отметить, что с увеличением сроков перестоя наблюдается тенденция к снижению посевных качеств. Так, в 2003 и 2004 гг.

Поздние варианты уборки напрямую (перестой на корню 15 и 20 дней) имели лабораторную всхожесть на 2-3% ниже, чем при уборке отдельно в разные фазы восковой спелости. По мнению многих исследователей, в валках происходит не только подсыхание, но и физиологическое дозревание зерна в колосе. Очень часто зерна, дозревшие на срезанных растениях в колосе, имели зародыш большего размера, чем отделенные от колоса в день скашивания, что и приводит к улучшению посевных качеств (В.Н. Пикуль, 2006). Энергия прорастания в среднем за годы опытов оставалась высокой на всех вариантах (92-96%) и изменялась в соответствии с динамикой всхожести: наиболее высокие показатели энергии прорастания были при уборке двухфазным

способом (94-96%). При уборке напрямую отмечалась тенденция к ее снижению (93-94%), а перестой зерна на корню 15 и 20 дней снижает энергию прорастания на 2-3% по сравнению с контролем.

С прорастанием семян связан такой показатель их качества как полевая всхожесть, определяемая в полевых условиях и показывающая количество появившихся всходов, выраженных в процентах к числу посеянных всхожих и чистых семян. Полевая всхожесть существенно влияет на формирование таких элементов урожая, как число растений и количество плодоносящих стеблей. При низкой полевой всхожести получают не только более редкие, но и ослабленные всходы, которые в дальнейшем сильно изреживаются, из-за чего выживаемость растений к уборке снижается.

Результаты анализа полевой всхожести показывают, что способы уборки не влияют на ее величину, а сроки – немного ее корректируют. При двухфазной уборке наиболее высокие показатели полевой всхожести получены на варианте в конце восковой спелости с подбором валков через 3-5 дней после скашивания (83%). Обмолот валков в начале и середине восковой спелости снижает полевую всхожесть семян до 81%.

Уборка озимого ячменя в полную спелость и в течение 10 дней после нее равноценна вариантам отдельной уборки, а перестой на корню 15 и 20 дней снижает полевую всхожесть до 80%.

Таким образом, посевные качества семян озимого ячменя определяются сроками уборки: продолжительный перестой на корню (15 и 20 дней) снижает посевные качества. Способы уборки не влияют на их показатели.

К числу показателей, характеризующих физические свойства зерна относятся масса 1000 зерен и натура. Показывая количество вещества, содержащегося в зерне, масса 1000 зерен определяет его крупность, а натура – выполненность. Чем крупнее и тяжеловеснее зерно, тем больше относительное содержание эндосперма, меньше оболочек и выше технологические качества зерна озимого ячменя. Хотя пропорциональной зависимости между натурой и массой 1000 зерен нет, однако установлено, что крупное, хорошо выполненное

зерно имеет большую натуру, чем мелкое, а высоконатурное, за редким исключением является крупным, тяжеловесным (Н.С. Беркутова, 1991).

Посев ячменя крупными семенами обеспечивает повышение полевой всхожести на 5-10%, а урожайность на 20-25%. Имея большой запас питательных веществ, более мощный зародыш, такие семена дают всходы, способные лучше усваивать почвенную влагу и питательные вещества, быстрее и дружнее пробиваться на поверхность почвы, что сказывается в дальнейшем на развитии растений и величине урожая (М.В. Лукьянова, А.Я. Трофимовская и др., 1990).

Крупность и выполненность зерна зависят от расположения их в колосе (в средней части зерно более крупное, чем в верхней и нижней), особенностей сорта, условий возделывания культуры (чем длиннее вегетационный период и дольше растение имеет возможность вырабатывать крахмал, тем полновеснее зерно), а также сроков и способов уборки (А.Ф. Синяков, 1999).

Как показали исследования (табл. 32) преждевременное скашивание озимого ячменя (начало восковой спелости) приводит к снижению массы 1000 зерен на 0,21г. с колебаниями по годам от 0,11 до 0,34 г).по сравнению с контролем. Уменьшение натуры зерна менее значительное и составляет 3-7 г/л.

Свал ячменя в конце восковой спелости (влажность зерна 29-21%) способствует увеличению массы 1000 зерен на 0,12-0,19 г по сравнению с контролем, причем, в годы благоприятные для уборочных работ прирост составляет 0,19 г (2002 г.), а с периодическим намачиванием хлебной массы – 0,12 г. Натура зерна в завершающие фазы восковой спелости оказалась стабильным и малоизменяемым показателем (559-562 г/л).

Однофазная уборка сохраняет массу 1000 зерен в течение 5-7 дней после наступления полной спелости (43,63-43,58 г), затем в зависимости от погодных условий наступает уменьшение в большей или меньшей степени. Так, в 2002 г. во время перестоя зерна на корню в течение 20 дней, снижение массы 1000 зерен составило 0,75 г, в 2003 – 1,41 г, а в 2004 – 2,27 г, что составляет 1,73; 3,33 и 5,07%.

Таблица 32 – Влияние сроков и способов уборки на физические свойства зерна озимого ячменя сорта Ларец (2002-2004 гг.)

Вариант опыта	Масса 1000 зерен, г	Натура, г/л	Пленчатость, %
Начало восковой спелости (влажность зерна 40-36%)	43,27	554	12,70
Середина восковой спелости (влажность зерна 35-31%), контроль	43,48	559	12,48
Конец восковой спелости (влажность зерна 30-21%)	43,63	562	11,66
Полная спелость	43,58	560	11,24
Перестой на корню: 5 дней	43,41	562	11,26
10 дней	43,15	555	11,36
15 дней	42,48	547	11,77
20 дней	42,10	541	11,93

Уменьшение натуры за этот срок менее значительное и составляет 18-19 г/л. В среднем за годы исследований масса 1000 зерен уменьшилась на 1,48 г, а натура на 19 г/л.

Итак, масса 1000 зерен и натура возрастает от ранних к поздним срокам двухфазной уборки и зависят от продолжительности перестоя на корню. Поздний обмолот (перестоявший 15-20 дней) хлебной массы напрямую снижает оба показателя иногда на значительную величину.

Существенное значение при изучении физических свойств зерна имеет пленчатость. Содержание оболочек характеризует технологическую и кормовую ценность зерна. Чем выше процент пленок, тем относительно меньше в зерне питательных веществ. Пленчатость является с одной стороны сортовым, с другой – результатом определенных условий (почвы, технологии, погоды).

Установлено, что по мере созревания зерна ячменя пленчатость снижается. Если в начале восковой спелости содержание пленок в зерне было 12,70%, то к концу этой фазы стало около 11,66%, т.е. за время прохождения фазы восковой спелости пленчатость снизилась на 1,04%.

Самая низкая пленчатость устанавливается в полную спелость и перестое на корню 5 дней (11,24-11,26%). Увеличение перестоя до 20 дней повышает содержание пленок в зерне озимого ячменя до 11,93% (с колебаниями по годам от 11,82 до 12,05%), однако по сравнению с ячменем, убранным в начале и середине восковой спелости, пленчатость ниже на 0,77-0,55%.

Погодные условия в годы проведения опытов несколько изменяют содержание пленок в зерне, но общие закономерности снижения пленчатости не выходят за рамки средних лет.

4.9 Кормовая ценность зерна озимого ячменя

Среди многочисленных факторов, определяющих качество зерна, наибольшую ценность имеет озимый ячмень с повышенным содержанием белка, так как белки не могут быть заменены другими полезными веществами и они наиболее дефицитны. Грубое нарушение технологии уборки, слишком раннее скашивание при отдельной уборке, оставление необмолоченных валков в поле на длительное время, запаздывание с уборкой может существенно уменьшить количество белка в зерне, изменив в его составе содержание таких ценных аминокислот как лизин, метионин, цистин и др.

Наши исследования показали, что содержание сырого протеина в меньшей степени определяется сроками и способами уборки. Как ранняя уборка (в начале восковой спелости), так и поздняя (перестой на корню 15-20 дней) позволяла получить зерно с высоким его содержанием (11,86 – 13,31%). Однако, при отдельной уборке в начале восковой спелости во все годы исследований и во время длительного перестоя на корню при однофазной уборке заметна тенденция к снижению количества сырого протеина на 0,06-0,21% по сравнению с контролем (табл. 33).

Наибольшее содержание сырого протеина в зерне озимого ячменя сорта Ларец отмечено в неблагоприятном 2003 году, когда среднесуточная температура воздуха в завершающей фазе налива (I, II декада июля) не

опустилась ниже $+20,7$ - $+26,6^{\circ}\text{C}$. В зависимости от вариантов опыта, его величина колебалась в пределах 12,94 - 13,31%, что на 0,67-0,74% больше по сравнению со средними показателями.

В благоприятные по урожайности 2002 и 2004 годы зерно содержало в своем составе от 11,86 до 12,27% сырого протеина. Это подтверждает отрицательную корреляцию между урожайностью и количеством сырого протеина в зерне, высказанную рядом исследователей (В.Г. Минеев, А.Н. Павлов, 1981; С.И. Кононов, 2002): при благоприятных погодных условиях и высокой урожайности содержание сырого протеина в зерне снижается.

Следует заметить, что во все годы исследований содержание сырого протеина возрастало до полной спелости и лучшими вариантами уборки, при которых достигается максимальная величина сырого протеина является отдельная уборка в конце восковой спелости – 12,52% (с колебаниями по годам 12,06-13,29%) и также уборка напрямую в полную спелость – 12,57% (соответственно по годам 12,17-13,31% (с годовыми колебаниями 12,04-13,27%).

Таблица 33–Содержание сырого протеина в зерне озимого ячменя,
Ларец

Вариант опыта	2002 г.	2003 г.	2004 г.	2002-2004 гг.
Начало восковой спелости	11,90	12,96	12,02	12,29
Середина восковой спелости	11,96	13,15	12,14	12,42
Конец восковой спелости	12,06	13,29	12,21	12,52
Полная спелость	12,17	13,31	12,23	12,57
Перестой на корню: 5 дней	12,04	13,27	12,27	12,53
10 дней	12,06	13,13	12,17	12,45
15 дней	11,92	13,08	12,10	12,37
20 дней	11,86	12,94	12,00	12,27

Контрольный вариант двухфазной уборки (середина восковой спелости) соответствует по уровню накопления сырого протеина однофазной уборке в

сроки. Перестой зерна на корню 10 и 15 дней – соответственно 12,42% против 12,45 и 12,37%. Отмеченная закономерность просматривается и по сорту Ростовский 55.

Сроки и способы уборки, определяющие урожайность и качество зерна озимого ячменя, повлияли и на сбор сырого протеина с 1 га (табл. 34). Так, ранняя двухфазная уборка в начале восковой спелости и поздняя однофазная при перестое на корню 15 и 20 дней во все годы исследований давала наименьший выход сырого протеина – соответственно 414; 403 и 381 кг/га (по сорту Ларец) и 531; 514 и 485 кг/га (Ростовский 55).

Таблица 34 - Сбор сырого протеина и кормовых единиц в зависимости от сроков и способов уборки, Ларец

Вариант опыта	Сырой протеин, кг/га				Кормовые единицы, ц/га			
	2002 г.	2003 г.	2004 г.	Среднее	2002 г.	2003 г.	2004 г.	Среднее
Начало восковой спелости	574	266	429	414	56,9	24,2	42,1	41,1
Середина восковой спелости	606	297	447	450	56,7	26,7	43,4	42,3
Конец восковой спелости	609	320	458	462	59,6	28,4	44,3	44,1
Полная спелость	612	319	454	462	59,4	28,3	43,8	43,8
Перестой на корню: 5 дней	598	305	447	450	58,6	27,1	42,9	42,9
10 дней	590	265	415	423	57,7	23,8	40,2	40,6
15 дней	565	246	398	403	55,9	22,2	38,8	39,0
20 дней	549	221	373	381	54,6	20,2	36,7	37,2

На контроле (середина восковой спелости) сбор сырого протеина составлял по сорту Ларец 450 кг/га, а Ростовский 55 – 563 кг/га. Следовательно, величина потерь сырого протеина при неправильно выбранном сроке и способе уборки составляла 8,2-15,3% (сорт Ларец) и 5,7-13,9% (Ростовский 55). Следует отметить, что сбор сырого протеина на контрольном варианте при двухфазной

уборке соответствует однофазному сбору при перестое на корню 5 дней – 450 кг/га (Ларец) и 563 – 568 кг/га (Ростовский 55).

Лучшими вариантами, обеспечивающими максимальный сбор сырого протеина следует считать двухфазную уборку в конце восковой спелости и однофазную в полную спелость – 462 кг/га. (Ларец) и 584-588 кг/га (Ростовский 55).

Для расчета сбора кормовых единиц с 1 га мы использовали общепринятый коэффициент для зерна озимого ячменя (М.Ф. Томмэ, 1968). Расчеты показали, что наибольший сбор кормовых единиц с 1га был получен при двухфазной уборке в середине и конце восковой спелости – 42,3 и 44,1 ц/га (Ларец) и 52,3–53,4 ц/га (Ростовский 55), а также при однофазной уборке в полную спелость и перестое на корню 5 дней 43,8-42,9 ц/га (Ларец) и 53,4-52,1 ц/га (Ростовский 55).

Ранняя двухфазная уборка в начале восковой спелости и однофазная при перестое зерна на корню 10 дней обеспечивает выход кормовых единиц на уровне 49,8-50,1 кг/га (Ростовский 55). Дальнейший перестой зерна на корню (в течение 15 и 20 дней) снижает кормовую ценность зерна на 10,1-15,6% по сравнению с лучшими вариантами уборки.

Таким образом, максимальный сбор сырого белка и кормовых единиц приходится на конец восковой и полную спелость зерна. Кормовая ценность зерна ячменя, убранного в середине восковой спелости равнозначна перестоявшему на корню 5 дней после созревания, а убранного в начале восковой спелости – перестоявшему на корню 10 дней.

ГЛАВА 5 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ, СРОКОВ И СПОСОБОВ УБОРКИ

5.1 Экономическая оценка

Одним из критериев оценки изучаемых агроприёмов является определение экономической эффективности. В условиях рыночной экономики очень важно стремиться к снижению трудовых и энергетических затрат в растениеводстве, внедрению в производство энергосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур. Внедрение новых сортов и рациональное использование минеральных удобрений, оптимальных сроков и способов уборки урожая играет незаменимую роль в снижении себестоимости и повышении конкурентоспособности производимой продукции, стабилизации урожайности сельскохозяйственных культур, создании эффективной зерновой базы.

Экономическая эффективность сельскохозяйственного производства определяет эффективность использования пашни и характеризуется выходом продукции с единицы площади.

В настоящее время все более важным становится рассмотрение механизма затрат на единицу площади, как материального фактора интенсификации производства.

Оценка экономической эффективности применения минеральных удобрений в опытах проводилась в соответствии с методикой Н.Н. Баранова (1966 г.).

Для определения экономической эффективности были использованы следующие показатели: затраты на производство на 1 га (складывались из общих затрат по технологическим картам возделывания озимого ячменя в хозяйстве), условно чистый доход (стоимость товарной продукции за вычетом затрат на производство с 1 га), рентабельность применения удобрений (отношение условно чистого дохода к затратам на 1 га в %).

Расчетные данные проводились с использованием применяемых в Ростовской области нормативов. Удобрения оценивались по оптовым ценам 2005 года. Дополнительные затраты, связанные с применением удобрений, уборкой дополнительного урожая, рассчитывались по действующим во ВНИИЗК нормативам. В связи с колебанием цен на фуражное зерно стоимость основной продукции рассчитывали исходя из цены 2 рубля за 1 кг зерна.

Экономический анализ эффективности удобрений представлен в таблице 35.

Таблица 35 -Экономическая эффективность применения удобрений на сортах озимого ячменя (2002-2005 гг.)

Вариант опыта	Затраты всего, руб./га	Стоимость продукции, руб./га	Условно чистый доход, руб./га	Рентабельность, %
Силуэт				
Контроль	3480	5800	2320	67
P ₃₀	3982	6320	2338	59
P ₃₀ K ₂₀	4169	6500	2331	56
P ₃₀ K ₂₀ +N ₂₀ весной	4494	7740	3246	72
N ₂₀ P ₃₀ K ₂₀	4526	7760	3234	71
N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀	5628	8800	3172	56
Ларец				
Контроль	3644	7440	3776	104
P ₃₀	4164	8080	3916	94
P ₃₀ K ₂₀	4370	8400	4030	92
P ₃₀ K ₂₀ +N ₂₀ весной	4852	10240	5388	111
N ₂₀ P ₃₀ K ₂₀	4854	10300	5446	112
N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀	5831	10940	5109	88
Полет				
Контроль	3612	6780	3168	88
P ₃₀	4097	7400	3303	81
P ₃₀ K ₂₀	4311	7820	3509	81
P ₃₀ K ₂₀ +N ₂₀ весной	4740	9160	4420	93
N ₂₀ P ₃₀ K ₂₀	4734	9100	4366	92
N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀	5782	10400	4618	80

Было установлено, что наиболее затратным производством получения продукции с единицы площади является возделывание всех изучаемых сортов озимого ячменя на фоне применения удобрений в дозе N₄₀P₆₀K₄₀, которое составило по сортам: Силуэт – 5628; Ларец – 5831 и Полет – 5782 руб/га.

Самым низкокзатратным являлось возделывание сортов озимого ячменя без применения минеральных удобрений и оно соответственно составило: 3480; 3644 и 3612 руб/га.

Большая урожайность зерна, сформированная при использовании удобрений способствовала большей стоимости продукции. Так, данный показатель на контроле по сорту Силуэт составил 5800 рублей с 1 га, а при применении удобрений он повысился до 6320-8800 рублей. При этом максимальные показатели были получены при внесении $N_{40}P_{60}K_{40}$. Среди изучаемых сортов наибольшая стоимость продукции была отмечена во всех вариантах опыта у сорта Ларец.

Экономические расчеты показали, что условно чистый доход, в среднем за годы исследований, на контроле составил по сорту Силуэт – 2320 руб/га; по сорту Ларец – 3796 руб/га и по сорту Полет – 3168 руб/га. Применение удобрений в различных дозах повышало этот показатель по сорту Силуэт до 2338-3246 руб/га; по сорту Ларец до 3916-5109 руб/га и по сорту Полет до 3303-4618 руб/га. Причем наибольший условно чистый доход по сорту Силуэт был получен при внесении удобрений в дозе $P_{30}K_{20}$ до посева + N_{20} весной, по сорту Ларец при внесении $N_{20}P_{30}K_{20}$ до посева, по сорту Полет при внесении $N_{40}P_{60}K_{40}$ до посева. Максимальный условно чистый доход был получен по сорту озимого ячменя Ларец во всех вариантах опыта по сравнению с другими сортами.

Анализ экономической эффективности применения удобрений при возделывании сортов озимого ячменя выявил, что экономически более оправдано использование удобрений в дозе $N_{20}P_{30}K_{20}$, внесенной в один или два приема, где рентабельность была наибольшей и составила по сорту Силуэт – 72%; по сорту Ларец – 112% и по сорту Полет – 93%. Увеличение этой дозы удобрений в два раза ($N_{40}P_{60}K_{40}$), а также применение фосфорных (P_{30}) или фосфорно-калийных ($P_{30}K_{20}$) удобрений экономически менее эффективно.

Более высокие показатели экономической эффективности были получены в наиболее благоприятные по урожайности 2002 и 2004 годы, а

наименьшие (в отдельных вариантах опыта даже отрицательные) показатели отмечались в неблагоприятном 2003 году.

Результаты расчетов экономической эффективности по срокам и способам уборки урожая приведены в таблице 36.

Таблица 36 – Экономическая эффективность сроков и способов уборки озимого ячменя, Ларец, 2002-2004 гг.

Показатель	Двухфазная уборка			Однофазная уборка				
	НВС	СВС	КВС	Полная спелость	Перестой на корню, дней			
					5	10	15	20
Урожайность, т/га	3,50	3,72	3,80	3,77	3,68	3,50	3,35	3,22
Стоимость продукции, руб.	7350	7812	7980	7917	7728	7350	7035	6762
Затраты на 1 га основной продукции, руб.	4708	4726	4732	4479	4461	4450	4431	4412
Себестоимость 1 т зерна, руб.	1345	1270	1245	1188	1215	1271	1326	1373
Прибыль, руб./га	2642	3086	3248	3438	3267	2900	2604	2350
Рентабельность, %	56,1	65,3	68,6	76,8	73,2	65,2	58,8	53,3

Примечание: НВС – начало восковой спелости (влажность зерна 40-36%); СВС – середина восковой спелости (влажность зерна 35-31%); КВС – конец восковой спелости (влажность зерна 30-21%).

Как видно из приведенных данных, отдельная уборка позволяет получать существенную выручку от реализации зерна озимого ячменя 7350 – 7980 руб./га. Лучшим вариантом отдельного скашивания была уборка в конце восковой спелости (влажность зерна 30-21%), которая обеспечила самую низкую себестоимость – 1245 руб./т, самую высокую прибыль с 1 га – 3248 руб. и уровень рентабельности 68,6%.

Уборка в середине восковой спелости (влажность зерна 35-31%) повышает себестоимость 1 т зерна на 25 руб., снижает прибыль на 162 руб./га и уровень рентабельности на 3,3%.

Преждевременная двухфазная уборка (начало восковой спелости) увеличивает себестоимость 1 т зерна по сравнению с контролем на 75 руб. (5,9%), при этом уменьшается прибыль на 14,4% (444 руб./га) и рентабельность

производства на 9,2%.

Прямые затраты, связанные с однофазной уборкой составляют 4412 - 4479 руб./га, что на 314 руб./га или 5-7% меньше, чем при уборке ячменя двухфазным способом. Экономия средств происходит в результате снижения затрат на горючее, оплату труда, амортизацию, текущий ремонт (табл. 37).

Таблица 37 – Стоимость отдельных видов работ при уборке зерна озимого ячменя

Показатель	Затраты, руб./га
Стоимость ГСМ при двухфазной уборке и урожайности:	
- 3,0 т/га	207
- 4,0 т/га	218
- 5,0 т/га	260
Стоимость ГСМ при однофазной уборке и урожайности:	
- 3,0 т/га	133
- 4,0 т/га	156
- 5,0 т/га	186
Заработная плата:	
- подбор и обмолот валков при урожайности до 3,0 т/га	106
- подбор и обмолот валков при урожайности до 4,0 т/га	134
- подбор и обмолот валков при урожайности до 5,0 т/га	174
- прямое комбайнирование до 3,0 т/га	85
- прямое комбайнирование до 4,0 т/га	100
- прямое комбайнирование до 5,0 т/га	174
Амортизация и текущий ремонт при уборке:	
- двухфазно	421
- однофазно	294

Максимальные экономические показатели при однофазной уборке получены при наступлении полной спелости и перестое хлебной массы на корню 5 дней. Одинаковая стоимость продукции с контролем, но более низкие затраты на ее производство способствовали снижению себестоимости зерна на

55-82 руб./т (или 4,3-6,5%), росту прибыли на 181-352 руб./га (или 5,9-11,5%) и рентабельности на 7,9-11,5%.

Варианты однофазной уборки – перестой на корню 10 и 15 дней и двухфазной – середина (контроль) и начало восковой спелости обеспечивают равноценные экономические показатели: себестоимость 1 т зерна составляет соответственно 1270 -1271 и 1326 - 1345 руб.; прибыль 2900 - 3086 и 2604 -2642 руб./га, а рентабельность 65,2 - 65,3 и 58,8 - 56,1%.

Перестой на корню 20 дней повышает себестоимость зерна на 8,1%, а прибыль снижает на 23,8% по сравнению с контролем. При этом рентабельность на этом варианте самая низкая – 53,3%.

Основные показатели экономической эффективности (чистый доход, себестоимость, рентабельность и др.) в условиях рыночных отношений не всегда позволяют дать объективную оценку сельскохозяйственным технологическим операциям из-за нестабильности цен на материально-технические ресурсы и производственную продукцию.

5.2 Биоэнергетическая оценка

Биоэнергетическая оценка технологии или отдельных агроприемов позволяет сопоставить энергию затрат на выращивание сельскохозяйственной культуры с энергией, накопленной в урожае. Энергетическая эффективность в растениеводстве означает получение максимального количества энергосодержания продукции с единицы площади при наименьших затратах энергии в виде удобрений, топлива, семян, средств механизации т.д.

Согласно методике Захарченко (1994) в качестве основного критерия энергетической эффективности возделывания сельскохозяйственных культур используют коэффициент энергетической эффективности (КЭЭ), который определяется как отношение энергосодержания урожая к энергетическим затратам на его производство:

$$\text{КЭЭ} = E_y/E_c, \text{ где}$$

E_y – энергетическая ценность урожая, ГДж

E_c – суммарные энергетические затраты, ГДж

Совокупные энергетические затраты на всю технологию возделывания сельскохозяйственных культур определяются суммой энергетических затрат на выполнение отдельных технологических операций, которые берутся из технологических карт, имеющихся в хозяйстве. Расчет энергозатрат каждой технологической операции проводится с использованием энергетических эквивалентов совокупности энергии.

В соответствии с данными технологических карт возделывания озимого ячменя нами был произведен расчет биоэнергетической эффективности применения минеральных удобрений при выращивании сортов: Силуэт, Ларец и Полет, который приведен в таблице 38.

Таблица 38 - Биоэнергетическая эффективность применения удобрений на сортах озимого ячменя (2002-2005 гг.)

Вариант опыта	Совокупные энергетические затраты, ГДж/га	Затраты энергии на единицу продукции, ГДж/т	Энергосодержание урожая, ГДж/га	КЭЭ
Силуэт				
Контроль	16,62	5,73	37,87	2,28
P ₃₀	17,22	5,45	41,27	2,40
P ₃₀ K ₂₀	17,40	5,35	42,44	2,44
P ₃₀ K ₂₀ +N ₂₀ весной	19,38	5,00	50,54	2,61
N ₂₀ P ₃₀ K ₂₀	19,14	4,93	50,67	2,65
N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀	21,42	4,87	57,46	2,68
Ларец				
Контроль	16,62	4,47	48,58	2,92
P ₃₀	17,22	4,26	52,76	3,06
P ₃₀ K ₂₀	17,40	4,14	54,85	3,15
P ₃₀ K ₂₀ +N ₂₀ весной	19,38	3,78	66,87	3,45
N ₂₀ P ₃₀ K ₂₀	19,14	3,72	67,26	3,50
N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀	21,42	3,91	71,44	3,33
Полет				
Контроль	16,62	4,90	44,27	2,66
P ₃₀	17,22	4,65	48,32	2,81
P ₃₀ K ₂₀	17,40	4,45	51,06	2,93
P ₃₀ K ₂₀ +N ₂₀ весной	19,38	4,23	59,81	3,09
N ₂₀ P ₃₀ K ₂₀	19,14	4,21	59,42	3,11
N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀	21,42	4,12	67,91	3,17

Проведенный анализ биоэнергетической эффективности показал, что лучшие показатели у сортов Силуэт и Полет были получены при внесении удобрений в дозе $N_{40}P_{60}K_{40}$ под дискование почвы. Так, наибольшее энергосодержание урожая по сорту Силуэт в этом варианте опыта составило 57,46 ГДж/га и КЭЭ – 2,68, по сорту Полет – 67,91 ГДж/га и 3,17. Здесь же были наименьшие затраты на единицу продукции: 4,87 и 4,12 ГДж/т соответственно. По сорту Ларец наилучшие показатели: КЭЭ – 3,50 и затраты на единицу продукции 3,72 ГДж/т были отмечены при внесении меньшей дозы удобрений - $N_{20}P_{30}K_{20}$ до посева, хотя максимальное энергосодержание урожая (71,44 ГДж/га) было при применении $N_{40}P_{60}K_{40}$.

В разрезе изучаемых лет наиболее высокие показатели биоэнергетической эффективности были получены в более благоприятные по урожайности 2002 и 2004 гг.

Среди изучаемых сортов лучшие показатели биоэнергетической эффективности во все годы исследований были получены по сорту Ларец, а худшие – по сорту Силуэт.

Таким образом, большинство лучших показателей экономической и биоэнергетической эффективности было получено при внесении минеральных удобрений в дозе $N_{40}P_{60}K_{40}$ под дискование почвы. Кроме того, данные показатели должны существенно увеличиться при использовании в расчетах последствий минеральных удобрений на последующие культуры севооборота. Среди изучаемых сортов озимого ячменя наиболее эффективно возделывать сорт Ларец, по которому были получены наибольшие: условно чистый доход, рентабельность производства, энергосодержание урожая и КЭЭ.

Расчет энергозатрат по срокам и способам уборки урожая представлен в таблице 39.

Таблица 39 – Биоэнергетическая оценка сроков и способов уборки озимого ячменя Ларец (2002-2004 гг.)

Показатели	Двухфазная уборка			Однофазная уборка				
	НВС	СВС	КВС	Полная спелость	Перестой на корню, дней			
					5	10	15	20
Энергетическая ценность урожая, ГДж/га	60,8	64,6	66,0	65,5	63,9	60,8	58,2	55,9
Затраты совокупной энергии, ГДж/га	21,0	21,3	21,4	20,5	20,4	20,2	20,1	20,0
Энергоемкость продукции, ГДж/т	6,00	5,73	5,63	5,44	5,54	5,77	6,00	6,21
Прирост энергии в урожае, ГДж/га	39,8	43,3	44,6	45,0	43,5	40,6	38,1	35,9
Энергетическая эффективность, КЭЭ	2,89	3,03	3,08	3,20	3,13	3,00	2,89	2,80

Примечание: НВС – начало восковой спелости (влажность зерна 40-36%); СВС – середина восковой спелости (влажность зерна 35-31%); КВС – конец восковой спелости (влажность зерна 30-21%).

Раздельная уборка в середине (контроль) и конце восковой спелости снижает КЭЭ на 3,3-5,6% по сравнению с лучшими вариантами однофазной уборки и повышает энергоемкость продукции на 0,09-0,29 ГДж/т, при этом на 5-6% повышаются совокупные энергетические затраты.

Таким образом, однофазный способ уборки ячменя в полную спелость и перестой на корню 5-10 дней обеспечивает наилучшие экономические и биоэнергетические показатели.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В условиях южной и приазовской зон Ростовской области на черноземе обыкновенном применение минеральных удобрений положительно влияет на повышение урожайности и улучшение качества зерна озимого ячменя, как в благоприятные, так и в неблагоприятные по погодно-климатическим условиям годы.

Для изучаемых сортов озимого ячменя наиболее эффективным было внесение $N_{40}P_{60}K_{40}$ до посева, обеспечивающее получение максимальной урожайности: Силуэт – 4,40; Ларец – 5,47 и Полет – 5,20 т/га. Прибавки урожайности к контролю при этом составляют 47-53%.

При недостаточной обеспеченности хозяйства удобрениями возможно использование половинной дозы ($N_{20} P_{30} K_{20}$), что обеспечивает прибавку урожайности до 33-38%.

Доминирующее влияние на урожайность озимого ячменя оказывают азотные удобрения, доля которых в ее повышении составила по сортам: Силуэт – 64%; Ларец – 66% и Полет – 55%. Действие фосфорных соответственно: 27; 22; 27% и особенно калийных удобрений: 9; 12 и 18% проявилось значительно ниже. При этом наиболее эффективно действие азотных, фосфорных и калийных удобрений проявляется при их совместном внесении в составе NPK.

Применение удобрений способствовало большему расходу продуктивной влаги в слое почвы 0-100 см в сравнении с контролем вследствие более интенсивного формирования вегетативной массы растениями озимого ячменя на удобренном фоне.

Внесение $N_{40}P_{60}K_{40}$ повышало содержание элементов питания в фазе всходов в слое почвы 0-30 см в сравнении с контролем: нитратного азота с 9,2 до 12,1 мг/кг; подвижного фосфора с 18,6 до 23,4 мг/кг и обменного калия с 284 до 327 мг/кг. Лучшие условия пищевого режима почвы на удобренном варианте отмечались в течение всего вегетационного периода, способствуя формированию здесь более высокой урожайности.

Минеральные удобрения создавали лучшие условия для роста и развития сортов озимого ячменя, повышая их полевую всхожесть, перезимовку и сохранность к уборке, ускоряли колошение и созревание растений на 2-4 дня в сравнении с контролем. Среди изучаемых сортов наиболее скороспелым был сорт Силуэт, полная спелость по которому наступала раньше на 2-3 дня сорта Ларец и на 4-6 дней сорта Полет.

Наибольший вес надземной массы растений озимого ячменя сорта Ларец был получен в фазе полной спелости, который в контрольном варианте составил 1118 г/м². Под влиянием удобрений в дозе N₄₀P₆₀K₄₀ он увеличился до 1577 г/м².

Относительное содержание NPK в растениях озимого ячменя по мере увеличения массы растений уменьшалось. При созревании основная часть азота и фосфора перемещалась в зерно, а большая часть калия оставалась в соломе. Удобрения оказали слабое влияние на повышение фосфора и калия в зерне и сильное на содержание азота.

Для формирования 1 т зерна и соответствующего количества побочной продукции озимый ячмень выносит из почвы: азота – 35,6 кг; фосфора – 11,6 кг и калия – 32,1 кг. Расчет баланса элементов питания в системе «почва-растение» показал, что максимальный урожай зерна по сорту Ларец – 5,47 т/га формируется при большом дефиците всех элементов питания в почве: азота – 154,7; фосфора – 3,4 и калия – 135,6 кг.

Под действием удобрений на изучаемых сортах озимого ячменя изменялись элементы структуры урожая. Их положительное влияние выразилось в увеличении продуктивных стеблей на единицу площади, озерненности колоса, массы 1000 зерен и натурального веса.

Наибольшее содержание сырого белка в зерне сортов озимого ячменя отмечалось при внесении удобрений в дозе N₄₀P₆₀K₄₀, которое составило по сортам: Силуэт и Ларец – 12,2% и Полет – 12,1%. В этом же варианте опыта за счет роста урожайности и улучшения качества зерна был отмечен наибольший сбор сырого белка с 1 га: Силуэт – 529,4 кг; Ларец – 656,8 кг и Полет – 620,5 кг.

На фоне внесения оптимальной дозы минеральных удобрений – $N_{40}P_{60}K_{40}$ экономически выгоднее выращивать более зимостойкий и урожайный сорт Ларец, у которого высокий условно чистый доход – 5109 руб/га, энергосодержание урожая – 71,44 ГДж/га и коэффициент энергетической эффективности – 3,33.

Процесс зернообразования озимого ячменя делится на этапы, фазы и периоды созревания, которые характеризуются определенными морфологическими изменениями, биохимическими превращениями, уровнем питательных веществ и влажности зерна. Накопление пластических веществ в зерне озимого ячменя заканчивается в середине – конце восковой спелости (влажность зерна 35-25%). Наиболее интенсивно этот процесс протекает на 16-24 день после цветения, что соответствует молочному состоянию зерна (влажность 65-51%).

Максимальное значение массы 1000 сырых зерен отмечается в тестообразном состоянии (влажность зерна 50-40%), а 1000 сухих зерен – в середине или конце восковой спелости (влажность зерна 35-25%). В связи с этим наблюдается большой разрыв (8-12 дней) в достижении максимального значения массы 1000 сырых и сухих зерен. Натура зерна изменяется в соответствии с динамикой сухого вещества зерна и максимальной величины достигает в фазе полной спелости;

Линейная регрессия признаков – масса сухого зерна и дата зернообразования носит положительную взаимосвязь: $Y=3,68+1,02 x$, а влажность зерна и дата вегетации обратную зависимость: $Y=88,53-1,60 x$. В среднем за годы изучения коэффициент корреляции составил соответственно

$$r = 0,90 \pm 0,26 \text{ и } r = 0,96 \pm 0,17.$$

Химический состав зерна изменяется по фазам: в начале зернообразования абсолютное и относительное содержание основных элементов питания минимальное, к концу налива (тестообразное состояние – начало восковой спелости) стабилизируется, достигая 96-98% максимального значения, а заканчивается приток пластических веществ в конце восковой –

начале полной спелости зерна. Содержание переваримого крахмала и сырого протеина нарастает до конца восковой спелости. В фазе полной спелости сохраняется 99,4% переваримых веществ зерна.

Энергетическая ценность зерна ранних этапов развития определяется в равной степени как азотистыми, так и углеводистыми веществами: на долю крахмала приходится 34,9% общей и 47,9% переваримой энергии, а протеина соответственно 27,9 и 36,2%. По мере созревания зерна (тестообразная – восковая спелость) уровень азотистых веществ в энергетическом балансе снижается до 20-22%, а углеводов повышается до 63-72%. Суммарный вклад других веществ составляет 7,0% переваримой и 17,2% общей энергии;

Скашивание ячменя в середине и конце восковой спелости (влажность зерна 35-21%) обеспечивает получение максимальной урожайности при двухфазной уборке. Однофазная уборка, проведенная в оптимальные сроки (в течение 5-7 дней после полной спелости) обеспечивает одинаковый урожай по сравнению с лучшими вариантами двухфазной уборки.

При нарушении оптимальных сроков скашивания в валки, как и увеличении дней перестоя зерна на корню до 15-20 дней, приводит к большим потерям. При этом ухудшаются посевные качества и физические свойства семян.

Прямое комбайнирование озимого ячменя оказывается экономически более выгодным, чем отдельная уборка (себестоимость 1 т зерна на 50 – 82 руб. меньше, а рентабельность и прибыль соответственно на 6,6-4,8% и 224-110 руб./га выше на вариантах однофазной уборки). Срок, в течение которого обеспечивается наибольший экономический эффект, составляет 7-8 дней после достижения зерном полной спелости. Однофазная уборка увеличивает энергетическую эффективность на 3,3-5,6% по сравнению с контролем.

Таким образом, на основании проведенных исследований, хозяйствам, занимающимся выращиванием озимого ячменя можно дать следующие рекомендации:

В условиях южной и приазовской зоны Ростовской области на черноземе обыкновенном при возделывании озимого ячменя наиболее эффективно вносить минеральные удобрения в дозе $N_{40}P_{60}K_{40}$. Такой уровень минерального питания обеспечивает получение урожайности зерна до 4,40-5,47 т/га.

При недостаточной обеспеченности хозяйства удобрениями их дозу можно снизить до $N_{20}P_{30}K_{20}$, но с получением меньшей урожайности до 3,88-5,15 т/га.

На фоне внесения рекомендуемых доз минеральных удобрений из изучаемых сортов озимого ячменя наиболее эффективно возделывать более зимостойкий и урожайный сорт Ларец, который обеспечивает получение максимальной урожайности, энергосодержания урожая и высокого условно чистого дохода.

При уборке урожая предпочтение следует отдавать однофазной уборке озимого ячменя, продолжительность которой не должна превышать 7-8 дней с момента наступления полной спелости.

Двухфазную уборку следует начинать при влажности зерна 30-25% (конец восковой спелости). Когда преждевременно прерывается налив зерна из-за жестких погодных условий, скашивание в валки начинать в середине восковой спелости (влажность зерна 31-35%).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алтухов А.И. Производство зерна в мире и в России //Комбикорма, 2008. -1. - С. 17-19.
2. Агафонов Е.В. Оптимизация питания и удобрение культур полевого севооборота на карбонатном черноземе. – М.: Изд-во ТСХА, 1992. – 160 с.
3. Агафонов Е.В. Почвы и удобрения Ростовской области: Учеб. пособие. 2-е изд. / Е.В. Агафонов, Е.В. Полуэктов. – пос. Персиановский: ДонГАУ, 1999. – 90 с.
4. Агафонов Е.В. Удобрение и водопотребление полевых культур / Е.В. Агафонов, Л.Н. Агафонова // Земледелие. – 1996. – № 4. – С.14.
5. Агафонов Е.В. Эффективность азотных подкормок озимой пшеницы, высеваемой после кукурузы на силос на обыкновенном черноземе / Е.В. Агафонов, А.В. Черепанов // Сб. науч. тр. / Донской ГАУ, 2002. – С. 3-10.
6. Агеев В.В., Чернов А.П., Куйдан А.П., Демкин В.И. и др. Особенности питания и удобрение сельскохозяйственных культур на Юге России: Учеб. пособие для студентов вузов агротехнических специальностей / ; под. Ред. проф. В.В. Агеева. – Ставрополь, ГСХА, 1999. – 113 с.
7. Анипенко Л.Н. Экономико-статистические исследования производства озимого ячменя /Л.Н. Анипенко, Е.Г. Филиппов, С.А. Раева //Достижения, направления развития сельскохозяйственной науки России (селекция, семеноводство, технология, экономика). - Ростов-на-Дону, 2005. - С. 425-431.
8. Алабушев В.А., Прогрессивная технология выращивания ярового ячменя на Северном Кавказе. - Ростов-на-Дону: издательство Ростовского университета, 1992. - 112 с.
9. Аскоченская Н.А. Водный режим семян //Физиология семян. - М.: Наука. - 1982. - С. 184-218.

10. Балаева С.И., Кучменева Х.М. Тенденция развития зернового рынка южного федерального округа // Аграрная наука, 2007. - 3. - С. 9-11.
11. Баранов Н.Н. Основные элементы методики определения экономической эффективности / Н.Н. Баранов // Химия в сельском хозяйстве. – 1966. – № 9. – С. 63-67.
12. Баштовой А.Г., Ковалевский В.Н., Гончарук А.Н. Оптимизация сроков уборки зерновых культур в зависимости от посевных качеств зерна // Техника в сельском хозяйстве, 2002. - 5. - С. 9-11.
13. Бельтюков Л.П. Сорт, технология, урожай. – Ростов-на-Дону: ЗАО Книга, 2002. - 176 с.
14. Бельтюков Л.П. Применение удобрений под зерновые культуры на Дону / Л.П. Бельтюков, А.А. Грищенко. – Зерноград, 1993. – 227 с.
15. Беляков И.И. Ячмень в интенсивном земледелии / И.И. Беляков. - М.: Росагропромиздат, 1990. - 175 с.
16. Беркутова Н.С., Швецова И.А. Микроструктура пшеницы. - М.: Колос, 1977. - 125 с.
17. Беркутова Н.С., Швецова И.А. Технологические свойства пшеницы и качество продуктов ее переработки. - М.: Колос, 1984. - 222 с.
18. Беркутова Н.С. Методы оценки и формирования качества зерна. - М.: Росагропромиздат, 1991. - 208 с.
19. Богачев А.Н. Урожай и качество ячменя в зависимости от сроков, доз и способов внесения азотных удобрений / А.Н. Богачев // Удобрения и химические средства защиты растений в системе возделывания с.-х. культур в Ростовской области: Сб. науч. тр. – пос. Персиановский, 1988. – С.119-125.
20. Борисоник З.Б. Яровой ячмень. - М.: Колос, 1974. - 255 с.
21. Василенко В.Н. Технология возделывания пивоваренного ячменя в Ростовской области. - Ростов-на-Дону, 2003. - 36 с.

22. Васюков П.П., Серкин Н.В. Совершенствование элементов агротехники возделывания озимого ячменя //Сб. науч. тр., посвященных 100-летию В.А. Невинных. - Краснодар: Краснодарский НИИСХ, 2000. - С. 124-129.
23. Воровкин Г.П. Планирование уборки зерновых по агрометеорологическому критерию //Земледелие, 1991. - 8.- С. 42-44.
24. Гаврилюк Ф.Я. Бонитировка почв / Ф.Я. Гаврилюк. – Ростов н/Д: Изд-во РГУ, 1984. – 288 с.
25. Гареев Д.Б., Нуриманов Ф.С., Шартдинов И.Ф. Посевные и урожайные качества семян зерновых культур в зависимости от срока и способов уборки //Селекция и семеноводство в Башкортастане, 2000. - 6. - С. 130-134.
26. Гармашов В.И., Селиванов А.И. Технология выращивания озимого ячменя в степи УССР //Ячмень.- Киев, 1986. - С. 67-68.
27. Гачегов В.М. Совершенствование технологии возделывания озимого ячменя на выщелоченном черноземе Западного Предкавказья: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Краснодар, 2005. – 28 с.
28. Гриб С.И. Показатели продуктивности растений и прогресс в селекции зерновых культур / С.И. Гриб // Морфофизические показатели продуктивности и устойчивости зерновых культур. – Минск, 1989. – С. 27-45.
29. Деренжи П.П. Свойства зерна, используемого в питании человека //Хлебопродукты, 2001. - 3. - С. 13-15.
30. Доев Д.Н., Хекилаев Ц.А. Влияние условий выращивания на качество зерна озимого ячменя //Земледелие, 2007. - 4. - С. 34-36.
31. Доспехов Б.А. Методика опытного дела / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1973. – 240 с.

32. Дмитриев В.Е. Динамика формирования продуктивного стеблестоя и зерна ярового ячменя //Зерновое хозяйство, 2006. - 7. - С. 20-21.
33. Дутченко З.Л., Гриценко Л.Т. Зависимость урожая от сроков и способов уборки //Зерновые культуры, 1990. - 4. - С. 19-20.
34. Егоров Г.А. Технологические свойства зерна.- М.: Агропромиздат, 1985. - 334 с.
- 35.Ерешко А.С. Ячмень: от селекции к производству / А.С. Ерешко. – Ростов н/Д: ООО «Терра», 2005. – 184 с.
36. Ерешко А.С., Коваленко Л.Н., Зеленская Г.М. Озимый ячмень на полях Дона //Технология, селекция и семеноводство сельскохозяйственных культур: сб. науч. тр. - Часть 1 (технология). - зерноград, 2003. - С. 53-56.
- 37.Ерешко А.С. История селекции озимого и ярового ячменя на Дону //Технология, селекция и семеноводство сельскохозяйственных культур: Сб.науч.тр.ВНИИЗК. - зерноград, 2004. - С. 42-45.
- 38.Ерешко А.С., Бельтюков Л.П., Серкин Н.В. В озимое поле – озимый ячмень (рекомендации).- зерноград, 2005. - 16 с.
- 39.Ермоленко В.П. Научные основы земледелия Дона / П.П. Ермоленко. – М.: ИК "Родник", 1999. – 176 с.
40. Жалнин Э.В., Шполянский В.Л., Мнацаканов А.С., Ревякин Е.Л. Состояние и перспективы развития технологий и технических средств для уборки зерновых культур /ВНИИТЭИ, 1988.-54 с.
41. Жалнин Э.В. Научный прогноз: как и чем убирать зерновые //Земледелие, 1998. - 8. - С. 38-41.
42. Жалнин Э.В. Стратегия перспективного развития механизации уборки зерновых культур//Тракторы и сельхозмашины, 2004. - 9. – С. 3-16.
43. Жалнин Э.В. Механизация уборки зерновых культур:состояние, проблемы, перспективы //Земледелие, 2005. - 4. - С. 34-35.
44. Захаренко А.В. Оценка энергетической эффективности

- возделывания сельскохозяйственных культур / А.В. Захаренко. – М., 1994. – С.10-15.
45. Захарченко В., Капрора Н. Экономические основы повышения качества зерна // АПК: Экономика, управление, 2006. 12 - С. 39-41.
46. Исмаилов Р.Р., Нурлыгаянов Р.Б. Урожайность и хлебопекарные качества зерна ржи при различных сроках уборки // Зерновые культуры, 2001. - 2. - С. 14-16.
47. Казаков Е.Д., Кретович В.Л. Биохимия зерна и продуктов его переработки. - М.: Агропромиздат, 1989. - 368 с.
48. Кагермазов Ц.Б., Кашукоев М.В., Хоконова М.Б. Технология возделывания озимого пивоваренного ячменя // Аграрная Россия, 2009. - 3. - С. 45-47.
49. Карпиленко Г.П., Шаненко Е.Ф., Витол С.Б. Формирование качества ячменя на разных агрофонах // Зерновое хозяйство, 2004. - 6. - С. 10-13.
50. Касаева К.А. Формирование высокопродуктивных посевов зерновых колосовых культур. - М.: ВНИИТЭХагропром, 1986. - 55 с.
51. Коданов И.М. Ячмень. - М.: Колос, 1964. - 239 с.
52. Коновалов Ю.Б. Формирование продуктивности колоса яровой пшеницы и ячменя. - М.: Колос, 1981. - С.174.
53. Кононов С.И. Урожайность и качество зерна ячменя Биос в зависимости от сроков уборки // Перспективы развития регионов России в XXI в. - Ижевск, 2002. - Т.1. - С. 88-94.
54. Коренев Г.В. Биологическое обоснование сроков и способов уборки зерновых культур. – М: Колос, 1971. - 139 с.
55. Косилов Н.И. Двухфазный обмолот в отечественном и зарубежном комбайнировании // Достижение науки и техники АПК, 2006. - 8. - С.3-5.
56. Кочетова Е.Е. Совершенствование технологии возделывания озимого ячменя на черноземах Западного Предкавказья / Е.Е. Кочетова // Технология, селекция и семеноводство сельскохозяйственных культур:

- Межвуз. сб. науч. тр., часть I (технология). – зерноград, 2003. – С.85-87.
57. Кравцов С.Н. Зерновое производство России на рубеже XXI века / С.Н. Кравцов // Зерновые культуры. – 2001. – № 1. – С. 2-4.
58. Кравцов С.А., Захаров Ю.М. Зерновое хозяйство России: проблемы и пути устойчивого развития // Экономика сельскохозяйственных перерабатывающих предприятий, 2004. -2.- С. 15-18.
59. Крокер В., Бартон Л. Физиология семян. - М.: Наука, 1955. - 400 с.
60. Кулешов Н.Н. Процесс зернообразования у пшеницы //Тр. УИРСХГ. - Вопросы экологии полевых культур и защиты растений, 1960. - т.6. - С. 41-66.
61. Кулешов Н.Н. Агрономическое семеноведение.- М.: Сельхозиздат, 1963. - 302 с.
62. Куперман Ф.М. Морфология растений.-М.: Высшая школа, 1984.- 237 с.
63. Кутилкин В.Г. Совершенствование технологии возделывания ячменя //Зерновое хозяйство, 2006. - 4. - С. 14-15.
64. Ламан Н.А. Биологический потенциал ячменя / Н.А. Ламан, Н.Н. Стасенко. – Минск: Наука и техника, 1984. – 215 с.
65. Лапуха Л.П. Урожай и качество зерна озимого ячменя Вавилон в зависимости от сроков сева, норм высева и доз азотных удобрений / Л.П. Лапуха, Н.В. Дорофейчик // Пути повышения продуктивности сельскохозяйственных культур. – Кружаны, 1996. – С. 92-95.
66. Лукьянова М.В., Трофимовская А.Я. , Гудкова Г.Н. Культурная флора СССР: Т. II, Ч.2. Ячмень. - Л.:Агропромиздат, 1990. - 421 с.
67. Луганцев Е.П. Особенности возделывания ячменя в Приазовье Ростовской области //Селекция, семеноводство и возделывание полевых культур. - Ростов-на-Дону, 2004. - С. 423-430.
68. Макаров В.И. Вопросы роста урожайности сельскохозяйственных

- культур / В.И. Макаров // Кормопроизводство. – 2000. – № 2. – С. 9-10.
69. Медведев Г.И. Налив и созревание зерна.- Ростов-на-Дону: Азово-Черноморское кн. изд., 1937. - С. 46.
70. Минеев В.Г. Агрохимия и экологические функции калия / В.Г. Минеев. – М.: изд-во МГУ, 1999. – 332 с.
71. Минеев В.Г., Павлов А.Н. Агрохимические основы повышения качества зерна пшеницы. - М.: Колос, 1981. - 288 с.
72. Мокриевич Г.Л. Как учитывать биологические формы азота и фосфора / Г.Л. Мокриевич // Сб. науч. тр. / ДонГАУ. – пос. Персиановский, 2002. – С.10-17.
73. Найденов А.С. Погода и урожай озимого ячменя в северной зоне Краснодарского края / А.С. Найденов, Л.М. Лопаткина // Агрометеорологические ресурсы и продуктивные процессы в растениеводстве: Тез. докл. – Киев, 1991. – С. 32-35.
74. Натрова З., Смочек Я. Продуктивность колоса зерновых культур. М.: Колос, 1983. - 44 с.
75. Наумкин В.Н., Лопачев Н.А., Титова Е.Н. Технология и продуктивность ячменя //Агрохимический вестник, 2000. - 2. - С. 33-35.
76. Неттевич Э.Д. Влияние условий возделывания и продолжительности изучения на результаты оценки сорта по урожайности / Э.Д. Неттевич // Вестник Российской академии с.-х. наук. – 2001. – № 3. – С. 34-36.
77. Неттевич Э.Д., Аниканова З.Ф., Романова Л.И. Выращивание пивоваренного ячменя. - М.: Колос, 1981. - 207 с.
78. Нечаев В. И Эффективность возделывания сортов озимого ячменя //Зерновые культуры, 2000. - 3. - С. 8-9.
79. Никитишин В.И. Продуктивность использования растениями калия на фоне длительного внесения удобрений в агроценозах / В.И. Никитишин, Л.К. Дмитракова, А.В. Заборин //Агрохимия. – 1996. –

- № 2. – С. 11-20.
80. Новацкий А. Руководство к возделыванию важнейших хлебных злаков. - С.-П., 1989. - 170 с.
81. Нурлыгаянов Р.Б. Изменение качества зерна озимых культур в процессе созревания//Международный сельскохозяйственный журнал, 2001. - 1. - С. 58-59.
82. Овчаров К.Е. Физиология формирования и прорастания семян. - М.: Колос, 1976. - 255 с.
83. Остин Р.Б. Влияние окружающей среды до уборки урожая на жизнеспособность семян //Жизнеспособность семян. - М.: Колос, 1978. - 415 с.
84. Павлов А.Н. Повышение содержания белка в зерне / А.Н. Павлов. – М.: Наука, 1984. – 119 с.
85. Пазин М. А. Влияние посева и уборки на урожай зерна ячменя //Тезисы докл. конф. «Ученые Сиб. региона». - Омск, 2000. – С. 27-29.
86. Пакуль В.Н. Продуктивность и качество зерна ячменя в зависимости от сроков и способов его уборки //Пища. Экология. Качество. Сиб.: НИПТИПСХ. - Новосибирск, 2006. - С. 33-35.
87. Панников В.Д. Почва, климат, удобрение и урожай / В.Д. Панников, В.Г. Минеев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1987. – 612 с.
88. Петр И. Условия необходимые для кущения //Формирование урожая основных с.-х. культур /перев. с чеш. З.К. Благовещенской. - М.: Колос, 1984. - 367 с.
89. Пруцков Ф.М, Осипов И.П. Интенсивная технология возделывания зерновых культур. - М: Росагропромиздат, 1990 - 269 с.
90. Пугачев А.Н. Влияние биологических и других факторов на величину

- потерь зерна при уборке //Международный сельскохозяйственный журнал, 1982. - 5. - С. 99-10.
91. Пухальский А.В. Основные факторы интенсификации зернового хозяйства: Обзорн. информ. / А.В. Пухальский, З.К. Благовещенская. – М.: ВНИИТЭИагропром, 1988. – 63 с.
92. Райнер Л. Озимый ячмень / Л. Райнер, И. Штайнбергер, У. Деекс. – М.: Колос, 1980. – 214 с.
93. Родина Н.А. Ведущая роль селекции и семеноводства ячменя в условиях Северо-Востока / Н.А. Родина // Вестник семеноводства в СНГ. – 2001. – № 2. – С. 25-26.
94. Рядчиков В.Г. Улучшение зерновых белков и их оценка.- М.: Колос, 1978. - 368 с.
95. Свисюк И. В. Контроль за ходом, изменением влажности зерна озимой пшеницы и ярового ячменя в процессе их созревания //Метеорология и гидрология, 1984. - 7. - С. 96-101.
96. Сенченко В.Г. Некоторые итоги селекции многорядного ячменя в Белоруссии / В.Г. Сенченко, Н.А. Сенченко, М.А.Кадыров //Селекция и семеноводство. – 1993. – № 4. – С. 23-25.
97. Сергеев В.З. Культура ячменя на Дону.- Ростов-на-Дону: Ростовское кн. издат., 1970. - 110 с.
98. Синяков А.Ф. Ячмень обыкновенный //Зерновые культуры, 1999. - 3. - С.31-32.
99. Система ведения сельского хозяйства Ростовской области (на период 2001-2005 гг.). - Ростов-на-Дону, 2001 – 928 с.
100. Сокол А. А. Ячменное поле Дона.- Ростов-на-Дону: Ростовское кн. изд., 1985. - 109 с.
101. Сокол А.А., Филиппов Е.Г. Возделывание озимого ячменя в Ростовской области: Рекомендации. - Зерноград, 2000. - 7 с.

102. Сокол А.А., Янковский Н.Г., Филиппов Е.Г., Пахайло А.И. Технология возделывания глубокоузловых сортов озимого ячменя //Технология, селекция и семеноводство с.-х. культур: сб. науч. тр. - зерноград. - 2003. - Ч.1. - С.10-12.
103. Стребков Н.Ф. – Новые способы уборки зерновых культур //Техника и оборудование на селе, 2002. - С. 4-5.
104. Стружкин Н.И. Уборка низкорослых изреженных хлебов //Земледелие, 2001. - 4. - С. 28-29.
105. Скворцов А.К. Инерционно-очесный обмолот зерновых культур: результаты исследований и конструирование рабочих органов //Земледелие, 2006. - 2. - С. 37-39.
106. Томас Г. Биохимические механизмы регуляции покоя семян // Жизнеспособность семян. - М.: Колос, 1978. - С.341-380.
107. Томмэ М.Ф. Минеральный состав кормов / М.Ф. Томмэ. – М.: Колос, 1968. – 253 с.
108. Трисвятский Л.А., Мельник Б.Е. Технология приема, обработки, хранения зерна и продуктов его переработки. - М.: Колос, 1983. - 351 с.
109. Трофимовская А.Я. Ячмень. - М.: Колос, 1972. - 296 с.
110. Тугуз Р.К., Минакова А.В., Мамсирев Н.И. Выращивание озимого ячменя в республике Адыгея //Земледелие, 2010. -6. - С. 9-11.
111. Филиппов Е.Г. Особенности технологии возделывания озимого ячменя в зоне недостаточного и неустойчивого увлажнения Северного Кавказа //Зерновые и кормовые культуры России: сб. науч. тр. ВНИИСЗК. - зерноград, 2002. - С. 262-272.
112. Филиппов Е.Г., Репко Н.В. Краткая история селекции озимого ячменя на Дону // Достижения, направление развития

- сельскохозяйственной науки России (селекция, семеноводство, технология, экономика). - Ростов-на-Дону, 2005. - С. 119-123.
113. Филиппов Е.Г., Сокол Т.В. Краткая история и итоги селекции ярового и озимого ячменя во ВНИИСЗК им. И.Г. Калининко //Состояние и перспективы развития агрономической науки: междунар. науч.-прак. конф. – пос. Персиановский, 2007. - С. 175-180.
114. Хайдекер В. Сила семян //Жизнеспособность семян. - М.: Колос, 1978. - С. 202 -236.
115. Хомяков В.Н. Объективная оценка состояния агроценоза.- Л.- Гидрометеиздат, 1989. - 173 с.
116. Храмцов Л.И. Однофазная уборка зерновых должна преобладать //Земледелие, 2000. - 4. - С. 23-24.
117. Церлинг В.В. Диагностика питания с.-х. культур: Справочник / В.В. Церлинг. – М.: Агропромиздат, 1990. – 235 с.
118. Цингер Н.В. Семя, его развитие и физиологические свойства. - М.: Изд. АН СССР, 1958. - 284 с.
119. Чекмарев П.А. Производство качественного зерна – важнейшая задача агрономического комплекса России //Земледелие, 2009. - 4. - С. 3-5.
120. Чижмак С.В., Жерновский В.Д. Колошение и зернообразование озимой пшеницы в южной лесостепи Западной Сибири //Биология, селекция и технология возделывания с.-х. культур в Западной Сибири: сб. науч. тр. - Омск, 1998. - Т.1. – С. 34-39.
121. Чепец Т.А. Энергетическая ценность созревающего зерна ярового ячменя //Известия Сев.-Кав. научного центра высшей школы (естественные науки), 1989.- 1.- С. 9-13.

122. Чепурин Г.Е. Выбор оптимального варианта устойчивой уборки зерновых культур // Земледелие, 1991. - 8. - С. 45-46.
123. Чуварлеева Г.В. Основы азотного питания озимого ячменя в условиях центральной зоны Краснодарского края / Г.В. Чуварлеева // Достижения, направления развития сельскохозяйственной науки России (селекция, семеноводство, технология, экономика). Том 3. – Ростов н/Д, 2005. – С. 367-370.
124. Шабанов Н.И. Сокращение биологических потерь зерна при уборке // Зерновые культуры, 2001. - 1. - С. 7-8.
125. Шабанов П.А., Шабанов Н.П. Обмолот на корню – дальнейшее развитие двухфазного способа обмолота зерновых культур // Достижение науки и техники АПК, 2006. - С. 8-10.
126. Шапошникова И.М. Азотный режим чернозема обыкновенного / И.М. Шапошникова // Сб. науч. тр. / ДонГАУ. – пос. Персиановский, 2002. – С. 17-20.
127. Шевелуха В.С., Морозова А.В. Закономерности и пути управления формированием зерна злаков. - М.: ВНИИТЭИагропром, 1986. - 52 с.
128. Штрук М., Нестеров Г., Филлипенко В. Технология производства озимых зерновых культур в Ростовской области. - Ростов-на-Дону, 2002. - 82 с.
129. Якименко В.Н. Баланс, формы и запасы калия в агроценозах / В.Н.Якименко // Агрохимия, – 2000. – № 11. – С. 5-9.
130. Янковский Н.Г. Минеральные удобрения и продуктивность новых сортов озимого ячменя / Н.Г. Янковский // Земледелие. – 2003. – № 1. – С. 29.
131. Янковский Н.Г. Технологии возделывания ячменя на Дону.- Ростов-на-Дону: Терра, 2005. - 122с.

132. Bair B.K., Ulrich S.E. Barley for food: Characteristics, improvement and renewed interest.// *Y. Cereal Sci*, 2008.- 48. - 2. - P. 233-242.
133. Broniewski S., Dukzmal K., Korohoda J. *Biologia nasion i nasiennictwo* (пер. с польского Г.Н. Мирошниченко). - М.: Колос, 1976. - 462 p.
134. Crarnecka M. *Zemowanie roslin ozimych w Polsce a niekorzystne czynniki klimatyczne: Praca habilitacyjna*. - Szczecin, 1988. - 1088. - (Rozprawy, 0239-6467; № 182).
135. Harlan H.N. Daily development of kernels of Hannehen barley from flowering to maturity // *Journal Agr. Res.*, 1920. vol. XXX. - P. 147-153.
136. Harlan H.N., Pope M.N. Water content of barley kernels during growth and maturation // *Journal Agr. Res.* - 1923. - vol XXXIII. - 5. - P. 333-345.
137. Lang G. *Ergebnisse und Probleme bei der Ausarbeitung von Dringungssystemen in der Ungarischen Volksrepublik*. – Tag. – Ber. (Akad. Landwirtsch. – wiss. DDR. Berlin), 1978. 166.2:263 – 271.
138. Pizulij N., Momeilove V., Mladenovie N. Grain filling in two-rowed winter barley // *Rostl. vyroba*. - 2000. T 46. - №2. - P. 81-86.
139. Rawson H.M., Evans. L.T. The patten of grain growth within the ear of wheat // *Austr. J. Biol. Sci*, 1970. - 23. - 4. - P. 753-764.
140. Singh Z., Kumar J., Saini A. Studies on quality of grains of barley varieties for nutritional malting purposes // *Prog. Nat. Acad. Sci. India*. – 2008. - 78. - 4. - P. 338-342.
141. Wang I, Xu M., Zu X. Изучение корреляции между параметрами налива зерна и массой 1000 зерен у ячменя // *J. Agr. Univ. Hebei*, 2006 . - 26. - 3. - P. 30-32.

Научное издание

Бельтюков Леонид Петрович

Чепец Сергей Александрович

Чепец Елена Сергеевна

**ПРИМЕНЕНИЕ УДОБРЕНИЙ, СРОКИ И СПОСОБЫ УБОРКИ
ОЗИМОГО ЯЧМЕНЯ**

Редактирование и корректура авторов

