

as well as with hematoxylin and eosin and Sudan III. Intensity of fluorescence was measured by a photomultiplier.

Fluorochromed sections of liver tissue from rats that had been given the chemotherapeutic agent for 20–40 days, showed apple-green fluorescence of cytoplasm and yellow-green fluorescence of nuclei in parenchymal cells forming a narrow circle around the central veins of liver lobules (EMF of fluorescence from 0.84–0.96 V). In animals that were given the compound for 60 days, bright apple-green fluorescence of cytoplasm was found in a considerable number of cells forming a wide belt around central veins (EMF of fluorescence 1.60–1.84 V). In some lobules, apple-green fluorescence was present in all parenchymal cells. Small zonal necroses of liver tissue were found in animals that had been administered the compound for 80–100 days, the necrotic tissue giving a brilliant yellow-green fluorescence (EMF of fluorescence 2.1 V). Liver tissue of control animals that were not given the compound showed uniform dark green fluorescence of parenchymal cells, their nuclei remaining invisible (EMF of fluorescence 0.42–0.44 V).

In sections of liver tissue stained by conventional methods, the first signs of cloudy swelling were found in animals that had been fed the chemotherapeutic agent for not less than 60 days.

The neoplastic tissue examined consisted of 35 untreated human tumours of various histological structure that were fixed and stained by the techniques described above.

Fluorochromed sections showed dark green fluorescence (EMF from 0.38–0.85 V) in the bulk of the cancer cells forming solid clusters or adenomatous structures, while apple-green fluorescence of cytoplasm (EMF from 1.97 to 2.18 V) was noted in tumour cells bordering on these clusters and structures. Apple-green fluorescence was also found in cancer cells situated around necrotic areas of cancer tissue, the necrotic tissue showing a brilliant apple-green fluorescence assuming in places a reddish tint (EMF from 1.98 to 2.00 V). Epithelial pearls of squamous cell

carcinomas fluoresced brightly (EMF from 2.10 to 2.20 V). Sections stained by conventional methods showed signs of fatty degeneration of cancer cells around necrotic foci, the rest of the cells showing no signs of damage.

These results prove that histological investigations by fluorochrome staining techniques may permit the demonstration of alterations in cell metabolism up to 40 days earlier than investigations by conventional methods. They show also that in cancer tissue alterations of cell metabolism may occur that cannot be demonstrated by conventional techniques. On the other hand, our findings prove that, on the grounds of results gained by conventional staining techniques, altered cells and tissues may well be mistaken for normal undamaged ones.

Zusammenfassung. Lumineszenzmikroskopisch wurde in histologischen Schnitten nachgewiesen, dass nach Nitrofurantolylverabreichung der Anstieg der Fluoreszenzintensität der Leberzellen im Lebergewebe von Ratten dem Störungsgrad des Zellmetabolismus entsprach. Im Tumorgewebe kranker Tiere lokalisierten sich intensiv fluoreszierende Zellen am Aussenrande von Krebsnestern.

B. O. PRESS and H. A. GRIGALINOVICH

Latvian Academy of Sciences, Institute of Organic Synthesis, Riga (USSR), May 4, 1965.

- ¹ P. V. BREIWIS and Yu. M. VASILEV, *Izvestiya Akad. Nauk SSSR, Ser. Biol. Med.* 3, 119 (1959).
- ² M. N. MEISEL and A. V. GUTKINA, *Dokl. Akad. Nauk SSSR* 3, 647 (1953).
- ³ A. HARASZTI and G. KORB, *Z. ges. inn. Med.* 3, 129 (1964).
- ⁴ A. HECHT, *Das med. Bild* 3, 93 (1963).
- ⁵ N. SCHÜMMELFEDER, *Virchows Arch. path. Anat. Physiol.* 1, 119 (1950).
- ⁶ S. STRUGGER, *Jena. Z. Naturw.* 73, 97 (1940).

Beschleunigtes Wachstum von Karpfen in Aquarien mit Hilfe biologischer Wasserklä rung

Für züchterische Arbeiten an Nutzfischen wird eine Hal tungsweise benötigt, die die ständige Kontrolle der Tiere erlaubt. Dies ist in der üblichen Teichhaltung nicht gegeben.

Wir entwickelten daher eine Aquarienhaltung für Karpfen, die neben der vollständigen Kontrollmöglichkeit im Gegensatz zu allen bisher bekannten Versuchen ein erheblich schnelleres Wachstum der Fische als unter natürlichen Bedingungen ergibt. Der bisher als Grund für nur minimale Gewichtszunahme in Aquarien namhaft gemachte sogenannte «Raumfaktorenkomplex» besteht nach unserer Ansicht in erster Linie in unzureichender Wasserreinigung.

Wir haben Karpfen verschiedener Altersstufen in Plastikbehältern von 40 l Fassungsvermögen gehalten, deren Wasser durch ständigen Ab- und Zufluss in den Cyclus einer biologischen Selbstreinigung eingefügt wurde. Kernstück dieses geschlossenen Kreislaufes stellt ein Be-

lebschlammbecken dar, in dem neben der Oxydation und Mineralisierung der organischen Substanzen durch Bakterien eine Verarbeitung, Umlagerung und Durchlüftung des Schlammes durch eingesetzte Tubificiden erfolgt.

Bei Wassertemperaturen von 23–25°C erreichten die Karpfen in diesem geschlossenen Wassercyclus beachtliche Gewichtszunahmen. Zu Anfang des Winters eingesetzte einsömmerige Karpfen, die mit Stückgewichten von 8 bis 10 g weit unter dem Durchschnitt normaler K₁ (25–30 g) lagen, erreichten in sechs Monaten ein Durchschnittsgewicht von 135 g – Einzelexemplare 275 g.

Drei ebenfalls zu Wintersanfang mit einem durchschnittlichen Stückgewicht von 140 g in ein gemeinsames 40 l-Becken eingesetzte K₂ haben jetzt nach 6 Monaten Stückgewichte von 915, 910 und 815 g.

Diese Gewichtszunahmen (Verdreizehnfachung bzw. Versechszwanzigfachung bei den kleinen und Versechsfachung bei den grösseren Karpfen) wurden während der Wintermonate erzielt. Die Fütterung erfolgte mit Fertigfutter für Karpfen und Forellen unter Zugabe von Tubifexen und Daphnien. Mittels einer zentral ange-

brachten Membranpumpe wurde jedes Becken durch einen Ausströmer durchlüftet.

Gewichtszunahmen dieses Ausmasses sind bisher in Aquarien noch nie erreicht worden. Besonders durch den Ausfall der Winterruhe erhoffen wir eine erheblich früher eintretende Geschlechtsreife der Karpfen.

In Verbindung mit der vollständig kontrollierbaren Aufzucht der Fische wird es das Bestreben sein, mit Hilfe der neuen Methode züchterische Arbeiten an Nutzfischen, wie die Auswahl grätenloser Mutanten, die Individualauslese schnellwüchsiger Exemplare sowie Probleme der Inzucht und der Heterosiszüchtung durchzuführen.

Summary. Keeping carps (*Cyprinus carpio*) according to a new method in plastic containers (40 l) in a closed water cycle with biological cleaning yielded a quick increase in weight at a water temperature of 25°C.

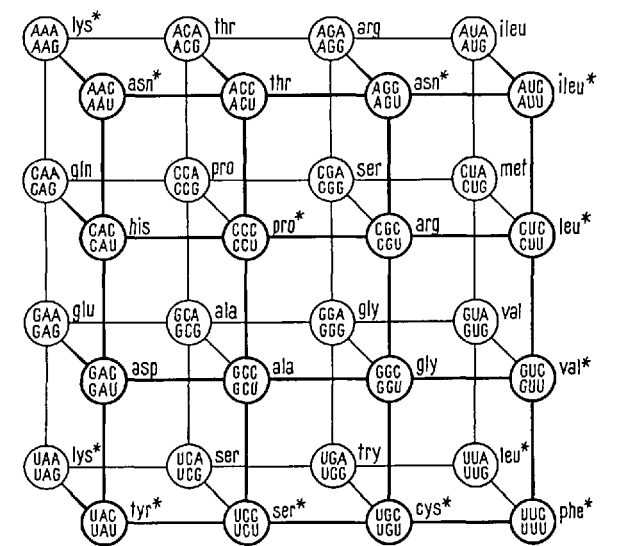
R. VON SENGBUSCH, CH. MESKE
und W. SZABLEWSKI

*Max-Planck-Institut für Kulturpflanzenzüchtung,
Hamburg-Volksdorf (Deutschland), 1. Juni 1965.*

COGITATIONES

A Spatial Depiction for the Systematically Degenerate Genetic Code

On the basis of their experiments with trinucleotides of defined base sequence, BERNFIELD and NIRENBERG¹, LEDER et al.², and TRUPIN et al.³ proposed that the genetic code is degenerate according to a general pattern. In their view, the 64 possible code words are arranged in 32 pairs of triplets with identical bases in the first and second position of each pair. 16 of these pairs have either cytidine (C) or uridine (U) as 3' terminal nucleosides, and the 16 other pairs have either adenosine (A) or guanosine (G) as 3' terminal nucleosides. Both triplets of a codon-pair are coding for the same amino acid (compare the scheme of ECK⁴). We want to put forward a spatial depiction, in which the relations between these 32 triplet pairs are clearly visualized. The amino acids corresponding to the codes are included, so that the consequence of single base conversions in a codon, with respect to amino acid coding, can be read off on the three lines crossing the codon. Starting from the known data, which are summarized in the Table, we deduced the meaning in terms of amino acid of the 19 remaining codon-pairs. For this purpose we made use of the in vitro amino acid incorporation data of NIRENBERG and JONES⁵, and of OCHOA⁶; amino acid replacements in the A protein of tryptophan synthetase of *E. coli* mutants^{10,11}; and of amino acid substitutions in



Spatial depiction of the degenerate genetic code. * Literature data.

Amino acids	RNA codons	Literature
Asparagine	A _p G _p C; A _p G _p U	5
Asparagine	A _p A _p C; A _p A _p U	2, 3
Cysteine	U _p G _p U	1
Isoleucine	A _p U _p C; A _p U _p U	2, 3
Leucine	C _p U _p C; C _p U _p U	1, 7
Leucine	U _p U _p G	1, 6
Phenylalanine	U _p U _p C; U _p U _p U	1, 7
Proline	C _p C _p C; C _p C _p U	1, 7
Serine	U _p C _p C; U _p C _p U	1, 7
Tyrosine	U _p A _p C; U _p A _p U	2, 3
Valine	G _p U _p U	1
Lysine	A _p A _p A; A _p A _p G	2, 3
Lysine*	U _p A _p A	2

* uncertain

¹ M. R. BERNFIELD and M. W. NIRENBERG, *Science* **147**, 479 (1965).
² P. LEDER, F. M. ROTTMAN, R. L. C. BRIMACOMBE, J. S. TRUPIN, C. O'NEAL, and M. W. NIRENBERG, *Fed. Proc.* **24**, 408 (1965).
³ J. S. TRUPIN, F. M. ROTTMAN, R. L. C. BRIMACOMBE, P. LEDER, M. R. BERNFIELD, and M. W. NIRENBERG, *Proc. nat. Acad. Sci., US* **53**, 807 (1965).
⁴ R. V. ECK, *Science* **140**, 477 (1963).
⁵ J. H. MATTHAEI, H. KLEINKAUF, and G. SCHRAMM, *Angew. Chem.* **76**, 717 (1964).
⁶ F. CRAMER, H. KÜNTZEL, and J. H. MATTHAEI, *Angew. Chem.* **76**, 716 (1964).
⁷ M. R. BERNFIELD, *Fed. Proc.* **24**, 409 (1965).
⁸ M. W. NIRENBERG and O. W. JONES, *Symposium on Informational Macromolecules* (Eds. H. J. VOGEL, V. BRYSON, and J. O. LAMPEN; Academic Press, New York 1963), p. 451.
⁹ S. OCHOA, *Symposium on Informational Macromolecules* (Eds. H. J. VOGEL, V. BRYSON, and J. O. LAMPEN; Academic Press, New York 1963), p. 437.
¹⁰ C. YANOFSKI, B. C. CARLTON, J. R. GUEST, D. R. HELINSKI, and U. HENNING, *Proc. nat. Acad. Sci., US* **51**, 266 (1964).
¹¹ C. YANOFSKI, *Biochem. biophys. Res. Commun.* **18**, 898 (1965).